

Förderungsvorhaben BMI SR 144

Abschlußbericht

Bestandsaufnahme
brandschutztechnischer Gegebenheiten,
Maßnahmen und Bestimmungen
in Kernkraftwerken

September 1981

Förderungsvorhaben BMI SR 144

B I B L I O T H E K
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
der Technischen Universität Braunschweig
Beethovenstraße 52
D-3300 Braunschweig

Abschlußbericht

Bestandsaufnahme brandschutztechnischer Gegebenheiten, Maßnahmen und Bestimmungen in Kernkraftwerken

K. Kordina
U. Schneider

G. König
D. Hosser

INHALT	Seite
Zusammenfassung/Summary	V
Vorbemerkung	VI
1. Einführung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Untersuchungsschwerpunkte	5
2. Stand der Brandschutzregelungen	6
2.1 Übersicht	6
2.2 Übergeordnete Regelungen	7
2.2.1 Atomgesetz	7
2.2.2 Strahlenschutzverordnung	7
2.2.3 BMI-Sicherheitskriterien	10
2.2.4 RSK-Leitlinien	11
2.2.5 Bauordnungen der Länder	13
2.2.6 Arbeitsstätten-Richtlinie	20
2.3 KTA-Regeln	22
2.3.1 KTA 2101.1 - Grundsätze des Brand- und Explosionsschutzes	22
2.3.2 KTA 2101.2 - Brand- und Explosionsschutz an baulichen Anlagen	28
2.3.3 KTA 2101.3 - Brand- und Explosionsschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen	32
2.3.4 KTA 2102 - Flucht- und Rettungswege	39
2.3.5 Weitere KTA-Regeln	44
2.4 DIN-Normen	46
2.4.1 Vorbemerkung	46
2.4.2 Branderkennung	46
2.4.3 Brandbekämpfung	47
2.4.4 Brandeindämmung	49
2.4.5 Flucht und Rettung	49

	Seite
2.5 Industrierichtlinien	51
2.5.1 Übersicht	51
2.5.2 VdS-Richtlinien für den Brandschutz in Kernkraftwerken	51
2.5.3 Weitere VdS-Vorschriften und Richtlinien	61
2.5.4 VDE-Bestimmungen und Vorschriften	63
2.5.5 VFDB-Richtlinien	64
2.5.6 Sonstige Vorschriften und Richtlinien	65
2.6 Internationale Vorschriften und Richtlinien	66
2.6.1 Übersicht	66
2.6.2 US-Regelungen	66
2.6.3 Schwedische Empfehlungen	81
2.6.4 IAEA-Richtlinien	91
2.6.5 Internationale Richtlinien der Sachver- sicherer	101
3. Stand der Brandschutzprüfungen	108
3.1 Allgemeine Grundlagen	108
3.2 Baustoffprüfung nach DIN 4102	111
3.3 Bauteilprüfung nach DIN 4102	113
3.3.1 Übersicht	113
3.3.2 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 2	114
3.3.3 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 3	116
3.3.4 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 5	116
3.3.5 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 6	118
3.3.6 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 7	119
3.4 Prüfrichtlinien für die Abschottung von Kabeldurchführungen	120
3.5 Prüfrichtlinien für Abschottungen von Durch- führungen für Rohre aus brennbaren Stoffen	123
3.6 Prüfung und Zulassung von Putzbekleidungen	124
3.7 Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen	124
3.8 Prüfungen für schwerbrennbare Betriebsmittel	127
3.9 Sonstige Prüfrichtlinien	128

	Seite
4. Brandschutz der Referenzanlage	131
4.1 Vorbemerkung	131
4.2 Verwendete Brandschutzunterlagen	133
4.3 Bestandsaufnahme vor Ort	134
4.3.1 Reaktorgebäude - Innenraum	135
4.3.2 Reaktorgebäude - Ringraum	144
4.3.3 Reaktorhilfsanlagengebäude	152
4.3.4 Schaltanlagengebäude	160
4.3.5 Notstromdieselgebäude	168
4.3.6 Notspeisegebäude	176
4.3.7 Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke	184
4.3.8 Kabelkanäle und Kabelbrücken	192
5. Beurteilung der Regelungen, Prüfungen und Maßnahmen	199
5.1 Beurteilung der Regelungen	199
5.1.1 Auslegungskonzept	199
5.1.2 Brandverhütung	200
5.1.3 Branderkennung	201
5.1.4 Brandbekämpfung	202
5.1.5 Brandeindämmung	203
5.1.6 Organisatorische Maßnahmen	204
5.2 Beurteilung der Prüfungen	205
5.2.1 Baustoffprüfung	205
5.2.2 Bauteilprüfung	205
5.2.3 Prüfung von Kabel- und Rohrdurchführungen	206
5.2.4 Prüfung von Kabeln und Betriebsstoffen	206
5.3 Beurteilung der Maßnahmen	207
5.3.1 Brandverhütung	207
5.3.2 Branderkennung	208
5.3.3 Brandbekämpfung	208
5.3.4 Brandeindämmung	211
5.3.5 Angriffs-, Flucht- und Rettungswege	213

	Seite
5.4 Neuere Entwicklung	216
5.4.1 Allgemeines	216
5.4.2 Brandverhütung	217
5.4.3 Branderkennung	218
5.4.4 Brandbekämpfung	218
5.4.5 Brandeindämmung	218
5.4.6 Angriffs-, Flucht- und Rettungswege	219
6. Mögliche Weiterentwicklungen	220
6.1 Brandrisikoanalysen	220
6.2 Brandauswirkungen	221
6.3 Wirksamkeit von aktiven Brandschutzmaßnahmen	222
7. Zusammenfassung	224
8. Literatur	227

K u r z f a s s u n g

Der vorliegende Statusbericht ist Bestandteil eines von der Arbeitsgemeinschaft Brandschutz in Kernkraftwerken vorgeschlagenen Programms zur Überprüfung und Beurteilung brandschutztechnischer Regelungen, Prüfungen und Maßnahmen in kerntechnischen Anlagen. Ziel des Berichts ist eine Darlegung und sachliche Beschreibung der gegenwärtigen Brandschutzpraxis im Kernkraftwerksbau. Der Bericht enthält die wesentlichen Regelungen und Prüfungen; diese werden beschrieben und diskutiert. Die Maßnahmen wurden anhand einer neuen Anlage (Betriebsbeginn: Ende 1981) überprüft und tabellarisch erfaßt. Die einzelnen Brandschutzregelungen, -prüfungen und -maßnahmen werden zusammenfassend diskutiert und beurteilt. Auf Entwicklungstendenzen und -möglichkeiten wird hingewiesen.

A b s t r a c t

The present final report is part of a program for a review and critical examination of rules, test procedures and measures for fire safety in nuclear plants, which was proposed by the Study Group for Fire Safety in Nuclear Power Plants. The objective of the report is an explanation and unbiased description of the present fire safety practice in nuclear power plant constructions. The report contains the essential rules and test procedures; they are described and discussed. The measures were examined and recorded on tables by investigating a new plant (start of operation: end of 1981). The individual fire safety rules, -test procedures and -measures are summarized and criticized. Tendencies and possibilities of recent developments are pointed out.

VORBEMERKUNG

Das Vorhaben wurde unter der Projektkoordination des Technischen Überwachungs-Vereins Rheinland e.V. von der Arbeitsgemeinschaft Brandschutz in Kernkraftwerken - Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig und König und Heunisch, Beratende Ingenieure - durchgeführt. Die Arbeiten wurden von einem Beratergremium bestehend aus den folgenden Sachverständigen begleitet:

Herr Scholz	Technischer Überwachungs-Verein Rheinland e.V. (Projektkoordination)
Herr Günther	Feuerwehr Hamburg
Herr Linden	Bayerisches Landesamt für Brand- und Katastrophenschutz (Gutachter bei Referenzanlage)
Herr Maier	Bayerische Versicherungskammer (Gutachter bei Referenzanlage)
Herr Maisch	Kraftwerk Union AG (Hersteller der Referenzanlage)
Herr Müller	Verband der Sachversicherer e.V.
Herr Peternell	Technischer Überwachungs-Verein Bayern e.V. (Gutachter bei Referenzanlage)
Herr Prößdorf	Allianz Versicherungs AG
Herr Sterzl	Bayernwerke AG (Betreiber Referenzanlage)

Die in diesem Bericht enthaltenen Beurteilungen geben nicht in allen Detailpunkten die Meinung jedes Beraters wieder.

Die diesem Bericht zugrundeliegenden Arbeiten wurden mit Mitteln des Bundesministers des Innern (BMI) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren.

1. EINFÜHRUNG

1.1 Problemstellung

Im konventionellen Brandschutz sind die Anforderungen weitgehend durch Gesetz, Verordnung oder Richtlinien geregelt. Sie müssen bei Gebäuden besonderer Art und Nutzung u.U. über Befreiungen oder Ausnahmen durch die Baubehörden modifiziert werden. Die angesammelten Erfahrungen über wirksame Brandschutzmaßnahmen lassen sich zum Teil auch auf Kernkraftwerke übertragen. Allerdings gibt es dort für den Brandschutz eine Reihe nuklearspezifischer Erschwernisse. Dazu gehört u.a. die fehlende Möglichkeit der Rauch- und Wärmeabfuhr aus dem Kontrollbereich, wodurch eine Brandlokalisierung und -bekämpfung erschwert wird. Angesichts der möglichen Folgen bei Bränden in Kernkraftwerken bedarf es besonderer Überlegungen, den notwendigen Umfang von Brandschutzmaßnahmen festzulegen. Der bauliche Brandschutz in Kernkraftwerken kann sich dabei am ehesten an den konventionellen baulichen Brandschutz anlehnen. Es werden weitgehend klassifizierte Baustoffe und Bauteile (z.B. mit Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102) verwendet. Aus den Erfordernissen der nuklearen Sicherheit müssen jedoch ggf. weitergehende Anforderungen gestellt werden, z.B. an die Druck- oder Wasserdichtigkeit von Bauteilen, Feuerschutzabschlüssen oder Abschottungen, um die Verbreitung von Radioaktivität zu vermeiden. Feuerbeständige Abtrennungen müssen ggf. gleichzeitig eine besonders niedrige Maximaltemperatur auf der Rückseite gewährleisten, z.B. um Beeinträchtigungen sicherheitstechnisch wichtiger Schaltanlagen zu verhindern. Einheitliche Prüfgrundsätze für derartige Anforderungen liegen jedoch noch nicht vor, so daß stattdessen Einzelbegutachtungen erforderlich sind.

Wo sich aus betrieblichen Gründen bauliche Brandschutzmaßnahmen nicht oder nur begrenzt ausführen lassen, werden alternative Maßnahmen ergriffen, z.B.

- Verringerung der Brandgefahr durch Beschränkung oder Abschottung der Brandlasten und Vermeidung von Zündquellen

- Einrichtungen und betriebliche Vorkehrungen zur Branderkennung, -meldung und -bekämpfung
- Maßnahmen zur Rauch- und Wärmeabfuhr.

Bisher ist jedoch die Verringerung des Brandrisikos durch diese alternativen Maßnahmen noch nicht quantifizierbar und wird wegen der fehlenden Erfahrung oft nicht anerkannt.

Eine Folge der geringen Erfahrungen hinsichtlich der Auswirkungen von Bränden in Kernkraftwerken und der Wirksamkeit der möglichen Brandschutzmaßnahmen sind uneinheitliche Auffassungen und Auflagen von Länderbehörden in Genehmigungsverfahren der jüngeren Vergangenheit. Unterschiedlich beurteilt werden z.B.

- Notwendigkeit, Art und Auslösung von Brandmeldeanlagen und stationären Löschanlagen
- Notwendigkeit der Auslegung solcher Anlagen gegen (extreme) Einwirkungen von außen oder innen
- Rauch- und Wärmeabfuhr aus dem Kontrollbereich
- Unterteilung von Kabelkanälen und -schächten
- Anzahl und Ausführung notwendiger Treppenhäuser
- zulässige Längen von Flucht- und Rettungswegen
- Notwendigkeit, Stärke und Ausrüstung einer Betriebsfeuerwehr.

Eine einvernehmliche Lösung solcher Fragen gelingt, wenn auf der Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme der brandschutztechnischen Gegebenheiten in Kernkraftwerken Möglichkeiten zur Quantifizierung der Brandrisiken und der Wirksamkeit dagegen ergriffener Maßnahmen geschaffen werden.

1.2 Zielsetzung

Als notwendige Voraussetzung für eine Quantifizierung der Brandrisiken und eine sinnvolle Abstufung der Brandschutzmaßnahmen soll in dem vorliegenden Bericht eine Bestandsaufnahme der brandschutztechnischen Voraussetzungen, Regelungen und Maßnahmen in deutschen Kernkraftwerken neuerer Bauart erarbeitet werden.

Dazu soll einmal der nationale und internationale Stand des Brandschutzes in KKW beschrieben werden, wie er sich in Gesetzen, Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien widerspiegelt. Hierbei sind die übergeordneten sicherheitstechnischen und brandschutztechnischen Anforderungen, die derzeit als anerkannte Regeln der Bautechnik aufzufassenden KTA-Regeln (z.T. Vorberichte oder Entwürfe) und DIN-Normen sowie die deutschen Industrierichtlinien zum Brandschutz zusammenzustellen. Sie sind auf Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit zu überprüfen. Außerdem sind sie in ihrer Aussage mit verfügbaren internationalen Richtlinien zu vergleichen.

Weiterhin soll überprüft werden, welche der verwendeten Baustoffe, Bau- und Anlageteile sowie Installationen unter den Bedingungen eines Brandes geprüft wurden und ob die Prüfbedingungen mit den in Kernkraftwerken herrschenden Verhältnissen übereinstimmen (z.B. Druckverhältnisse, Dichtigkeitsanforderungen, Entwicklung toxischer Gase).

Am Beispiel einer weitgehend fertiggestellten Referenzanlage soll zusätzlich die bauliche und brandschutztechnische Ausgangssituation vor Ort erfaßt werden, insbesondere

- die baulichen Gegebenheiten (Brandabschnittsgröße, Raumgröße, Art und Abmessung der Bauteile, Fugenausbildung, Lüftungsverhältnisse, Art der Feuerabschlüsse),
- die vorhandenen Brandgüter mit ihren Abbrandeigenschaften (bestimmungsgemäßer und nichtbestimmungsgemäßer Betrieb),

- die Möglichkeiten der Brandauslösung (interne und externe Zündquellen),
- die Brandschutzmaßnahmen (bauliche Auslegung, betriebliche Vorkehrungen),
- die Einrichtungen und Möglichkeiten zur Branderkennung und Brandbekämpfung (z.B. Melder, Fernsehüberwachung, Angriffsmöglichkeiten für die Feuerwehr),
- die Anlagen und Maßnahmen zur Rauch- und Wärmeabfuhr,
- die möglichen Auswirkungen eines Brandes (Gebäudeabstände).

Als Ergebnis der Auswertungen soll der Stand der Erkenntnisse im Brandschutz von Kernkraftwerken nach Regelungen und ausgeführten Maßnahmen beurteilt werden. Unter Berücksichtigung der noch nicht realisierten Entwicklungstendenzen sind verbleibende offene Fragen aufzuzeigen und daraus Vorschläge für gezielte Forschungsaktivitäten abzuleiten.

Die Maßnahmen zum Brandschutz während der Bauphase werden im Rahmen dieses Vorhabens nicht behandelt, weil sie nach konventionellen Gesichtspunkten beurteilt werden können.

1.3 Untersuchungsschwerpunkte

Bei der Auswertung der Regelungen wird besonderes Augenmerk auf die Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der Aussagen zur Brandschutzkonzeption für Kernkraftwerke sowie auf den Umfang der geregelten Detailfragen gelegt. Durch die Einbeziehung der wesentlichen internationalen Richtlinien wird versucht, den internationalen Stand von Wissenschaft und Technik im Brandschutz von Kernkraftwerken abzugrenzen und daran die deutschen Regelungen zu messen.

Die Auswertung der Brandschutzprüfungen umfaßt hauptsächlich diejenigen Baustoffe und Bauteile, die in Kernkraftwerken verwendet werden. Hierbei wird unterschieden zwischen genormten Prüfungen nach DIN 4102, Prüfungen nach allgemein anerkannten Prüfrichtlinien und Prüfungen im Einzelfall ohne anerkannte Prüfrichtlinien, jedoch in Anlehnung an DIN 4102 und/oder geltende Prüfrichtlinien. Neben dem Umfang der bisher bereits durchgeführten Prüfungen soll auch die Anwendbarkeit der verwendeten Prüfnorm oder Prüfrichtlinie auf die Situation bei Kernkraftwerken beurteilt werden.

Die Bestandsaufnahme vor Ort in einer Referenzanlage dient einmal dazu, die baulichen und brandschutztechnischen Besonderheiten in Kernkraftwerken über das aus den Brandschutzunterlagen ersichtliche Maß hinaus deutlich zu machen. Daneben soll die vollständige Erfassung der brandschutztechnischen Gegebenheiten und Maßnahmen in den Unterlagen überprüft werden.

Schließlich soll die Gewährleistung des erforderlichen Brandschutzes durch das Zusammenwirken von passiven und aktiven Maßnahmen beurteilt werden.

Zur Bewertung des Erkenntnisstandes bei den Brandschutzmaßnahmen sollen auch Verbesserungen berücksichtigt werden, die bei derzeit im Genehmigungsverfahren befindlichen Kernkraftwerken erzielt wurden. Eventuell noch verbleibende offene Fragen sollen aufgezeigt werden, für die Lösungen in gezielten Forschungsarbeiten oder technischen Weiterentwicklungen zu erarbeiten sind.

2. STAND DER BRANDSCHUTZREGELUNGEN

2.1 Übersicht

Als Brandschutzregelungen werden hier Gesetze, Verordnungen, anerkannte Regeln der Bautechnik sowie Richtlinien und Empfehlungen behandelt, die auch oder speziell Anforderungen an den Brandschutz in Kernkraftwerken zum Inhalt haben. Die Regelungen werden in hierarchischer Reihenfolge erläutert:

- übergeordnete Regelungen (Gesetze, Verordnungen, Leitlinien)
- anerkannte Regeln der Bautechnik (KTA-Regeln, DIN-Normen)
- Richtlinien
(nationale Industrierichtlinien, internationale Richtlinien)

Im Sinne der Zielsetzung in Abschnitt 1.2 werden die Regelungen unter folgenden Gesichtspunkten ausgewertet, die vornehmlich die Brandschutzkonzeption für Kernkraftwerke bestimmen:

- Auslegungskonzept
- Brandverhütung
- Branderkennung
- Brandbekämpfung
- Brandeindämmung
- Flucht und Rettung
- organisatorische Maßnahmen

2.2 Übergeordnete Regelungen

2.2.1 Atomgesetz

Von dem "Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren" [1] (Atomgesetz) ist im wesentlichen der zweite Abschnitt "Überwachungsvorschriften" von Interesse. Er beinhaltet in § 7 die Vorschriften, nach denen die Genehmigung einer "ortsfesten Anlage zur Erzeugung oder zur Bearbeitung oder Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen oder zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe" erteilt wird: Demnach ist u.a. die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage zu treffen und der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu gewährleisten. Die im einzelnen dazu erforderlichen Maßnahmen können gemäß §§ 11 und 12 durch Rechtsverordnung bestimmt werden.

Der § 17 regelt die Voraussetzungen, unter denen Genehmigungen oder allgemeine Zulassungen zu widerrufen oder einzuschränken sind. Ein Widerruf ist z.B. erforderlich, wenn die Beschäftigten, Dritte oder die Allgemeinheit erheblich gefährdet sind und durch nachträgliche Auflagen in angemessener Zeit keine Abhilfe geschaffen werden kann.

2.2.2 Strahlenschutzverordnung

Die "Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen" [2] (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) enthält die für Kernkraftwerke wesentlichen "Schutzvorschriften" im Dritten Teil.

Als Grundsatz gilt u.a. nach § 28.3:

Bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen Störfälle in oder an einem Kernkraftwerke dürfen unbeschadet der Forderungen des Absatzes 1 Nr. 2 als Körperdosen in der Umgebung der Anlage im ungünstigsten Störfall höchstens die Werte der Anlage X Spalte 2, ausgenommen den dort angegebenen Wert für die Schilddrüse, zugrunde gelegt werden. Für die Schilddrüse darf höchstens eine Teilkörperdosis von 150 Millijoule/Kilogramm (15 rem) zugrunde gelegt werden. Maßgebend für eine ausreichende Vorsorge gegen Störfälle nach den Vorschriften der Sätze 1 und 2 ist der Stand von Wissenschaft und Technik. Die Genehmigungsbehörde kann diese Vorsorge insbesondere dann als getroffen ansehen, wenn der Antragsteller bei der Auslegung der Anlage die Störfälle zugrunde gelegt hat, die nach den vom Bundesminister des Innern nach Anhörung der zuständigen obersten Landesbehörden im Bundesanzeiger veröffentlichten Sicherheitskriterien und Leitlinien für Kernkraftwerke die Auslegung eines Kernkraftwerkes bestimmen müssen. Für Kernkraftwerke mit Demonstrations- und Prototypcharakter sowie für andere Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes kann die Genehmigungsbehörde unter Berücksichtigung des Einzelfalles, insbesondere des Gefährdungspotentials der Anlage und der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Störfalles, auch andere Werte der Körperdosen in der Umgebung der Anlage festlegen.

Zur Vorbereitung der Brandbekämpfung ist nach § 37 eine Einteilung in Gefahrengruppen vorzunehmen:

Zur Vorbereitung der Brandbekämpfung sind mit der für den Brandschutz zuständigen örtlichen Behörde die erforderlichen Maßnahmen zu planen. Hierbei ist insbesondere festzulegen, an welchen Orten die Feuerwehr (in untertägigen Betrieben: Grubenwehr) im Einsatzfall

- (1) ohne besonderen Schutz vor den Gefahren radioaktiver Stoffe tätig werden kann (Gefahrengruppe I),

- (2) nur unter Verwendung einer Sonderausrüstung tätig werden kann (Gefahrengruppe II) und
- (3) nur mit einer Sonderausrüstung und unter Hinzuziehung eines Sachverständigen, der die während des Einsatzes entstehende Strahlengefährdung und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen beurteilen kann, tätig werden kann (Gefahrengruppe III).

Nach den "Richtlinien für den Einsatz von Feuerwehren an strahlengefährdeten Einsatzstellen" [3] richtet sich die Zuordnung zu den drei Gefahrengruppen danach, um wievielfach die in Anlage IV der StrlSchV genannten Freigrenzwerte der radioaktiven Stoffe überschritten werden:

- Gefahrengruppe I bis 10^3 -fach
- Gefahrengruppe II bis 10^5 -fach
- Gefahrengruppe III über 10^5 -fach.

Im § 49 ff werden Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen angegeben, aus denen sich Beschränkungen bei der Brandbekämpfung ergeben können; im Regelfall gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwerte der Körperdosen für beruflich strahlenexponierte Personen

Körperbereich	Beruflich strahlenexponierte Person der Kategorie A*) Im Kalenderjahr	Beruflich strahlenexponierte Person der Kategorie B*) Im Kalenderjahr
1	2	3
1. Ganzkörper, Knochenmark, Gonaden, Uterus	50 mJ/kg (5 rem)	15 mJ/kg (1,5 rem)
2. Hände, Unterarm, Füße, Unterschenkel, Knöchel einschließlich der dazugehörigen Haut	600 mJ/kg (60 rem)	200 mJ/kg (20 rem)
3. Haut, falls nur diese der Strahlenexposition unterliegt, ausgenommen die Haut der Hände, Unterarm, Füße Unterschenkel und Knöchel	300 mJ/kg (30 rem)	100 mJ/kg (10 rem)
4. Knochen, Schilddrüse	300 mJ/kg (30 rem)	100 mJ/kg (10 rem)
5. andere Organe	150 mJ/kg (15 rem)	50 mJ/kg (5 rem)

In § 57 ff werden verschiedene Strahlenschutzbereiche - Sperrbereich, Kontrollbereich, Überwachungsbereich - unterschieden. Die notwendige physikalische Strahlenschutzkontrolle und ärztliche Überwachung sind in § 62 ff vorgeschrieben.

2.2.3 BMI-Sicherheitskriterien

Das Kriterium 2.7 "Brand und Explosionsschutz" der BMI-Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke [4] fordert:

Es sind die erforderlichen Maßnahmen zur Verhütung von Bränden und Explosionen in der Anlage zu treffen. Die sicherheitstechnisch wichtigen Anlageteile müssen so beschaffen und angeordnet sein, daß die Erfüllung ihrer Aufgaben durch Brände und Explosionen nicht verhindert wird.

Geeignete Einrichtungen zur frühzeitigen Erkennung und Bekämpfung von Bränden und Explosionsgefahren müssen vorhanden sein. Sie müssen so beschaffen und gesichert sein, daß sie nicht ihrerseits bei Störungen und Schäden an ihnen oder bei Fehlbedienung die Funktionsfähigkeit sicherheitsrechnerisch wichtiger Anlageteile - gegebenenfalls unter Berücksichtigung von deren Redundanzen - beeinträchtigen.

Nach der Interpretation zu diesem Sicherheitskriterium [5] wird dies durch folgende Vorkehrungen und Maßnahmen erfüllt:

Die Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen sind so zu planen, daß die Forderungen der Strahlenschutzverordnung und des Baurechts eingehalten werden können. Dazu sind Analysen durchzuführen, in denen auch die Folgen möglicher Brände und der Brandbekämpfung berücksichtigt werden.

An allen potentiellen Brandstellen, an denen die für eine wirksame Brandbekämpfung erforderliche Zugänglichkeit nicht gegeben ist (z.B. auf Grund von Brandfolgen oder der Höhe der zu erwart-

tenden Strahlenbelastung), sind ortsfeste - fernbediente oder automatische - Löscheinrichtungen vorzusehen, damit das Betriebspersonal und die Feuerwehr dort nicht zur Brandbekämpfung eingesetzt werden müssen.

Die Branderkennungs- und Meldesysteme und die Löscheinrichtungen im Sicherheitsbehälter müssen so zuverlässig und wirkungsvoll sein, daß Brände auch ohne Entqualmung des Sicherheitsbehälters sicher und schnell lokalisiert und wirksam bekämpft werden können.

2.2.4 RSK-Leitlinien

Die RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren [6] enthalten unter Nr. 11 "Brandschutz" detaillierte Anforderungen an Brandverhütung, Branderkennung und -meldung, Rauch- und Wärmeabfuhr sowie Brandbekämpfung zur Erfüllung des Sicherheitskriteriums 2.7:

(1) Die Verwendung brennbarer Stoffe als Konstruktionselemente oder als Betriebsstoffe ist möglichst zu vermeiden. In Bereichen, in denen die Verwendung solcher Stoffe unvermeidbar ist, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die der Entstehung von Bränden vorbeugen und deren Ausbreitung begrenzen. Baustoffe müssen aber mindestens der Baustoffklasse B 1 (schwer entflammbar) nach DIN 4102 entsprechen. Soweit in Räumen mit sicherheitstechnischen Einrichtungen brennbare Stoffe verwendet werden, sind für diese schnell wirksame Löscheinrichtungen vorzusehen. Automatische Löscheinrichtungen sind gegen fehlerhafte Auslösung zu sichern, bzw. die Räume sowie deren Anlagen dagegen auszulegen. Beim Einbringen brennbarer Stoffe im Zusammenhang mit Wartungs- und Reparaturarbeiten sind gesonderte Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.

(2) Die einzelnen redundanten Systeme des Sicherheitssystems sind zueinander so anzuordnen, daß im Brandfall ein durch Brandhitze oder Rauchgase bedingter Ausfall der anderen redundanten Systeme ausgeschlossen werden kann. Wenn eine ausreichende räumliche Trennung nicht durchführbar ist, so sind die einzelnen redundanten Systeme mindestens mit einer Feuerwiderstandsklasse F 90 abzuschotten. Ist dies nicht möglich, so sind gleichwertige brandschutztechnische Maßnahmen zu treffen, die geeignet sind, im Brandfall einen Ausfall von anderen redundanten Systemen zu verhindern.

(3) Leitungen und Kabel zur Signalübertragung und Stromversorgung von Meß- und Steuereinrichtungen sind grundsätzlich getrennt von warmgehenden Rohrleitungen oder solchen, die brennbare Medien führen, zu verlegen. Bei unvermeidbaren Kreuzungen sind besondere Maßnahmen zu treffen. Leistungskabel müssen hinreichend getrennt von Signal- und Steuerkabeln verlegt werden. Die Isolation sicherheitstechnisch wichtiger Kabel muß mindestens aus schwer entflammbarem Material hergestellt sein.

(4) Anlagebezirke mit Sicherheitseinrichtungen und Kontrollbereiche sind mit einer geeigneten Instrumentierung zur Früherkennung von Bränden auszustatten. Die Einrichtungen zur Früherkennung von Bränden sind hinreichend zuverlässig (z.B. redundant) auszuführen.

(5) Die Abfuhr von Brandhitze und von Brandgasen darf weder die Funktion von Rettungswegen noch von Redundanzbereichen gefährden. Werden die raumlufthtechnischen Anlagen zur Entrauchung verwendet, sind diese entsprechend den zu erwartenden thermischen Belastungen auszulegen. Gegebenenfalls sind besondere Rauch- und Wärmeabzugsanlagen vorzusehen. Die Trennung der einzelnen Brandabschnitte ist gegebenenfalls dadurch sicherzustellen, daß in den Lüftungskanälen Brandschutzklappen vorgesehen werden.

(6) Bei der Auswahl und Installation der aktiven und passiven Brandschutzmaßnahmen sind die im Kontrollbereich vorhandenen Beschränkungen zu beachten.

(7) Die Brandschutzeinrichtungen sind regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen im Hinblick auf ihre Funktionsfähigkeit zu unterziehen. Die Prüffristen sind entsprechend dem Gefährdungspotential der Anlagen und der Anfälligkeit der Brandschutzeinrichtungen vom Gutachter festzulegen. Ein Alarmplan für Maßnahmen im Brandfall ist zu erstellen. Aus dem Betriebspersonal ist eine Betriebslöschmannschaft zu bilden. Neben dieser ist auch die zuständige Feuerwehr mit den Räumlichkeiten der Anlagen sowie den besonderen Gegebenheiten eines Kernkraftwerks vertraut zu machen. Diese Einweisung ist regelmäßig zu wiederholen. Einsatzübungen sind in ausreichenden Abständen durchzuführen.

2.2.5 Bauordnungen der Länder

Stellvertretend für andere sinngemäß gleiche Vorschriften werden im folgenden die unmittelbar auf den Brandschutz bezogenen Vorschriften der Bayerischen Bauordnung [7] (BayBO) erläutert; sie finden sich im Dritten Teil "Bauliche Anlagen".

Nach Art. 16 besteht die grundsätzliche Forderung nach wirksamen Löscharbeiten sowie der Rettung von Menschen (und Tieren):

(1) Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und zu unterhalten, daß der Entstehung und der Ausbreitung von Bränden vorgebeugt und bei einem Brand wirksame Löscharbeiten und die Rettung von Menschen und Tieren möglich sind.

(2) Baustoffe, die auch nach der Verarbeitung oder dem Einbau noch leicht entflammen können, dürfen bei der Errichtung oder Änderung baulicher Anlagen nicht verwendet werden.

(3) Für Hochhäuser müssen die für die Brandbekämpfung und für die Rettungsmaßnahmen erforderlichen besonderen Feuerlösch- und Rettungsgeräte vorhanden sein.

Die Brandschutzanforderungen an die verschiedenen Bauteile sind in Art. 28 - 32 (Wände), Art. 33 und 34 (Decken) sowie Art. 37 und 38 (Treppen, Treppenträume, Flure) enthalten.

Hieraus sind folgende Auszüge entnommen:

Art. 28 : Tragende oder aussteifende Wände

(1) Tragende oder aussteifende Wände müssen feuerbeständig sein, wenn dieses Gesetz oder Vorschriften auf Grund dieses Gesetzes nicht anderes bestimmen.

(2) In Gebäuden bis zu zwei Vollgeschossen dürfen tragende oder aussteifende Wände feuerhemmend sein. Ausgenommen sind Wände in Kellergeschossen. Ausnahmen können gestattet werden, wenn keine Bedenken wegen Brandgefahr bestehen.

Art. 29 : Außenwände

(3) Außenwände, die nicht widerstandsfähig gegen Feuer sind, müssen mindestens 5 m von der Nachbargrenze und mindestens 10 m von bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden entfernt sein; dies gilt nicht für Außenwände aus nichtbrennbaren Baustoffen.

(4) Außenwände, die nicht tragen oder aussteifen, müssen in Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und mindestens 30 Minuten widerstandsfähig gegen Feuer sein, in Hochhäusern aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und mindestens 90 Minuten widerstandsfähig gegen Feuer sein; dies gilt nicht, wenn die Geschosse durch feuerbeständige Bauteile getrennt sind, die mindestens 1,5 m über die Außenwände hinausragen.

Art. 30 : Trennwände

(1) Trennwände, die weder tragen noch aussteifen, sind aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn dieses Gesetz oder Vorschriften auf Grund dieses Gesetzes nichts anderes bestimmen. An Trennwände von Räumen mit Feuerstätten können besondere Anforderungen gestellt werden.

(2) Feuerbeständige Trennwände sind zu errichten zwischen Räumen von denen mindestens einer so genutzt wird, daß eine erhöhte Brand- oder Explosionsgefahr besteht; das gilt nicht für Trennwände zwischen Ställen und Scheunen.

(3) Öffnungen können in den Fällen des Absatzes 2 Nrn. 2 und 3 gestattet werden, wenn sie zur Nutzung des Gebäudes erforderlich sind. Sie sind mit mindestens feuerhemmenden selbstschließenden Abschlüssen zu versehen, wenn der Brandschutz nicht auf andere Weise gewährleistet ist.

Art. 31 : Brandwände

(1) Brandwände müssen feuerbeständig, so dick und so beschaffen sein, daß sie bei einem Brand ihre Standsicherheit nicht verlieren und die Ausbreitung von Feuer auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte verhindern.

(2) Brandwände sind zu errichten

- als Abschlußwand von Gebäuden, die in einem Abstand bis zu 2,5 m gegenüber der Nachbargrenze errichtet wird, es sei denn, daß ein Abstand von mindestens 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden gesichert ist;
- in aneinandergereihten Gebäuden zwischen den Gebäuden, wenn dieses Gesetz oder Vorschriften auf Grund dieses Gesetzes nicht anderes bestimmen;

- innerhalb ausgedehnter Gebäude in Abständen von höchstens 40 m; größere Abstände können gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes es erfordert und keine Bedenken wegen Brandgefahr bestehen; bei außergewöhnlichen Gebäudetiefen können besondere Anforderungen gestellt werden;

(3) Statt innerer Brandwände können zur Bildung von Brandabschnitten feuerbeständige Decken in Verbindung mit feuerbeständig abgeschlossenen Treppenträumen gefordert oder gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes es erfordert.

Art. 32 : Öffnungen in Brandwänden

(1) Öffnungen in Brandwänden sind unzulässig. Sie können in inneren Brandwänden gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes es erfordert. Die Öffnungen müssen mit selbstschließenden feuerbeständigen Abschlüssen versehen, die Wände und Decken anschließender Räume aus nichtbrennbaren Baustoffen hergestellt werden. Ausnahmen können gestattet werden, wenn der Brandschutz auf andere Weise gesichert ist.

(2) In Gebäuden mit erhöhter Brandgefahr kann an Öffnungen in inneren Brandwänden eine Sicherheitsschleuse mit feuerbeständigen Wänden und feuerbeständiger Decke, selbstschließenden mindestens feuerhemmenden, in Fluchtrichtung aufschlagenden Türen und einem Fußboden aus nichtbrennbaren Baustoffen verlangt werden.

(3) Durchbrechungen der Brandwände können verlangt werden, wenn der Brandschutz oder notwendige Rettungsmaßnahmen es erfordern. Die Öffnungen sind mit einer feuerbeständigen Wand zu schließen, die gekennzeichnet und leicht zu entfernen sein muß.

(4) Rohrleitungen dürfen durch Brandwände hindurchgeführt werden, wenn sie aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und Vorkehrungen gegen Brandübertragung getroffen sind.

(5) In Brandwänden können kleine Teilflächen aus lichtdurchlässigen, nichtbrennbaren Baustoffen gestattet werden, wenn diese Einbauten widerstandsfähig gegen Feuer sind, der Brandschutz gesichert ist und Rettungswege nicht gefährdet werden.

Art. 33 : Decken und Böden

(2) In feuerbeständiger Bauart sind herzustellen

- die Decken über Kellergeschossen, außer in Ein- und Zweifamilienhäusern,
- die Decken in Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen,
- die Decken über und unter Räumen mit erhöhter Brandgefahr; das gilt nicht für Decken zwischen Ställen und Scheunen;
- die Decken zwischen Wohnungen oder Wohn- und Schlafräumen und land- und forstwirtschaftlichen oder gärtnerischen Betriebsräumen.

(3) In feuerhemmender Bauart und in den tragenden Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen sind herzustellen

- die Decken über Kellergeschossen von Ein- und Zweifamilienhäusern,
- die Decken in Gebäuden mit drei bis fünf Vollgeschossen.

(7) Deckenverkleidungen, Dämmschichten und Deckenbeläge aus brennbaren Baustoffen sind zulässig, wenn dieses Gesetz oder Vorschriften auf Grund dieses Gesetzes nicht anderes bestimmen.

Art. 34 : Öffnungen in Decken

(2) In Decken, für die eine feuerhemmende oder feuerbeständige Bauart vorgeschrieben ist, dürfen Öffnungen nur gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes oder notwendige Rettungsmaßnahmen

es erfordern. Sie sind nach der Bauart der Decken mit feuerhemmenden oder feuerbeständigen selbstschließenden Abschlüssen zu versehen; Ausnahmen können gestattet werden, wenn der Brandschutz oder notwendige Rettungsmaßnahmen auf andere Weise gesichert sind. Leitungen dürfen durch diese Decken nur hindurchgeführt werden, wenn Vorkehrungen gegen Brandübertragung getroffen sind.

Art. 37 : Treppen

(2) Jedes nicht zu ebener Erde liegende Geschoß eines Gebäudes muß über mindestens eine Treppe zugänglich sein (notwendige Treppe). In Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen, die nicht Hochhäuser sind, sollen weitere Treppen gefordert werden, wenn die Rettung von Menschen im Brandfall nicht auf andere Weise möglich ist. In Hochhäusern sind mindestens zwei voneinander unabhängige Treppen oder eine Treppe in einem Sicherheitstuppenraum (Art. 38 Abs. 9) notwendig. Von der Mitte eines jeden Aufenthaltsraumes muß der Treppenraum einer notwendigen Treppe in höchstens 30 m Entfernung erreichbar sein. Sind mehrere Treppen erforderlich, so sind sie so zu verteilen, daß die Rettungswege möglichst kurz sind.

(4) In feuerhemmender Bauart sind herzustellen

- die notwendigen Treppen in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen,
- die notwendigen Treppen in Gebäuden mit zwei Vollgeschossen, wenn die Gebäudegrundrißfläche mehr als 500 qm beträgt.

Steinstufen ohne Bewehrung sind auf ihrer ganzen Länge aufzulagern. In Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen müssen die Treppen feuerbeständig sein.

Art. 38 : Treppenräume und Flure

(1) Jede notwendige Treppe muß in einem eigenen durchgehenden und an einer Außenwand angeordneten Treppenraum liegen. Innenliegende Treppenräume können gestattet werden, wenn keine Bedenken wegen Brandgefahr bestehen.

(2) Jeder Treppenraum mit notwendigen Treppen muß auf möglichst kurzem Weg einen unmittelbaren Ausgang ins Freie haben. Der Ausgang muß mindestens so breit sein wie die zugehörige notwendige nutzbare Treppenbreite und darf nicht eingeengt werden.

(3) Die Wände solcher Treppenräume und ihrer Zugänge vom Freien müssen feuerbeständig und in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen so dick wie Brandwände sein. Verkleidungen müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

(6) In Treppenräumen müssen Öffnungen zum Kellergeschoß und zu nicht-gebauten Dachräumen, Werkstätten, Läden, Lagerräumen und ähnlichen Räumen selbstschließende und mindestens feuerhemmende Türen, in Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen selbstschließende und feuerbeständige Türen erhalten. Alle anderen Öffnungen, die nicht ins Freie führen, müssen in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen dicht schließende Türen erhalten. Diese müssen in Hochhäusern außerdem feuerhemmend und selbstschließend sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Für kleine Läden oder kleine Werkstätten in Wohngebäuden können Ausnahmen von Satz 1 gestattet werden.

(12) Allgemein zugängliche Flure, die als Rettungswege dienen, sind in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen durch feuerhemmende Bauteile von anderen Räumen zu trennen. Ausnahmen, insbesondere für Türen und Lichtöffnungen, können gestattet werden, wenn keine Bedenken wegen Brandgefahr bestehen.

(13) In Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen und in innenliegenden Treppenträumen ist an der obersten Stelle des Treppenraumes eine Rauchabzugsvorrichtung anzubringen.

2.2.6 Arbeitsstätten-Richtlinie

Die Arbeitsstättenverordnung vom 20. März 1975 [8] des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung stützt sich auf die Arbeitsschutzbestimmungen der Gewerbeordnung. Sie enthält Anforderungen an Arbeitsstätten in Industrie, Handwerk und Handel. Ergänzend sind in den Arbeitsstätten-Richtlinien [9] detailliertere Regeln und Erfahrungen aus der Praxis zu den einzelnen §§ der Verordnung veröffentlicht.

Von besonderem Interesse für den Brandschutz in Kernkraftwerken sind der § 10 "Türen, Tore", § 13 "Schutz gegen Entstehungsbrände", § 19 "Zusätzliche Anforderungen an Rettungswege". Als Beispiel sind nachfolgend die Anforderungen der Arbeitsstätten-Richtlinien an die Lage, Anzahl, Ausführung und Abmessungen von Türen und Toren (§ 10 Abs. 1 der Verordnung) auszugsweise wiedergegeben:

In begehbaren Räumen müssen die Türen und Tore so angeordnet sein, daß von jeder Stelle des Raumes eine bestimmte Entfernung zum nächstgelegenen Ausgang nicht überschritten wird. Die in der Luftlinie gemessene Entfernung soll höchstens betragen:

- | | |
|---|------|
| a) in Räumen, ausgenommen Räume nach b bis f | 35 m |
| b) in brandgefährdeten Räumen ohne Sprinklerung
oder vergleichbaren Sicherheitsmaßnahmen | 25 m |
| c) in brandgefährdeten Räumen mit Sprinklerung
oder vergleichbaren Sicherheitsmaßnahmen | 35 m |
| d) in giftstoffgefährdeten Räumen | 20 m |
| e) in explosionsgefährdeten Räumen, ausgenommen
Räume nach f | 20 m |
| f) in explosivstoffgefährdeten Räumen | 10 m |

Die Ausgänge müssen unmittelbar ins Freie oder in Flure oder Treppenträume führen, die Rettungswege im Sinne des Bauordnungsrechts der Länder sind. Sofern diese Voraussetzungen nicht vorliegen, rechnen die Entfernungen, gemessen in der Luftlinie, bis zum nächstgelegenen Ausgang, der unmittelbar ins Freie oder in einen Rettungsweg führt.

Die Abmessungen der Türen und Tore richten sich nach der Zahl der Personen im Einzugsbereich des Ausgangs und der Nutzung des Raums

Zahl der Personen im Einzugsbereich des Ausgangs	Rohbau-Richtmaße / bei Gefahrengrad			
	normal (m)	brand- gefährdet (m)	giftstoff- gefährdet (m)	explosions- gefährdet (m)
bis 5	0,825 (0,81)	1,00 (0,925)	1,00 (0,935)	1,00 (0,935)
bis 20	1,00 (0,935)	1,15 (1,185)	1,25 (1,185)	1,25 (1,185)
bis 100	1,25 (1,185)	1,50 (1,435)	2,00 (1,935)	-
bis 250	1,75 (1,685)	2,03 (1,935)	-	-
bis 400	2,25 (1,185)	-	-	-

Zum Schutz gegen Entstehungsbrände (§ 13 der Verordnung) wird gefordert, daß je nach Brandgefährlichkeit die erforderlichen Feuerlöscheinrichtungen vorhanden sind. Nicht selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen müssen leicht zugänglich und zu handhaben sein; selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen, bei deren Einsatz Gefahren auftreten können, sind mit Warneinrichtungen auszurüsten.

Nach § 19 müssen Rettungswege entsprechend der Nutzung, Einrichtung und Grundfläche der Räume sowie der Zahl der üblicherweise anwesenden Personen vorgesehen und als solche gekennzeichnet sein. Sie müssen auf möglichst kurzem Wege ins Freie oder zu einem gesicherten Bereich führen.

2.3 KTA-Regeln

2.3.1 KTA 2101.1-Grundsätze des Brand- und Explosionsschutzes

Die Regel KTA 2101 soll in drei Teilen behandeln:

- Teil 1.: Grundsätze des Brand- und Explosionsschutzes
- Teil 2 : Brand- und Explosionsschutz an baulichen Anlagen
- Teil 3 : Brand- und Explosionsschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen.

Zu allen drei Teilen der Regel liegen Vorberichte an den Kerntechnischen Ausschuß (KTA) vor; zu Teil 1 wird derzeit ein Regelentwurfsvorschlag erarbeitet.

Die Grundsätze des Brandschutzes (unter Ausklammerung des Explosionsschutzes) auf der Grundlage des Vorberichtes zu KTA 2101.1 [10] werden hier-wie auch die weiteren Regelungen, sofern nichts anderes vermerkt ist - unter folgenden Gesichtspunkten diskutiert:

- Auslegungskonzept
- Brandverhütung
- Branderkennung
- Brandbekämpfung
- Brandeindämmung
- Flucht und Rettung
- Organisatorische Maßnahmen

Auslegungskonzept:

Die Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen müssen so durchgeführt werden, daß die nukleare Sicherheit gewährleistet ist, d.h. nach [4] : die Reaktoranlage jederzeit im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen sicher abgeschaltet und in abgeschaltetem

Zustand gehalten, die Nachwärme abgeführt und die Strahlenexposition des Personals und der Umgebung so gering wie möglich gehalten werden kann.

Ist die nukleare Sicherheit bei dem nicht durch Löschmaßnahmen beeinflussten größten Brand und der sich unter Berücksichtigung von Ventilation, Lagerungsart und Geometrie ergebenden größtmöglichen Belastung für Gebäude und Komponenten nicht gewährleistet, sind die erforderlichen passiven und/oder aktiven Brandschutzmaßnahmen zu treffen. Die notwendigerweise zu installierenden Brandschutzsysteme gelten dann als Sicherheitssysteme und sind für die größte Belastung so auszulegen, daß ein Versagen nicht unterstellt zu werden braucht.

Bei der Auslegung sind Brandgüter und Zündursachen zu berücksichtigen. Räume, in denen infolge Brand die nukleare Sicherheit gefährdet wird, sind zu schützen. Für sie müssen die Anforderungen ermittelt werden, die von der direkten Brandgefahr und von der Gefahr der Brandfolgeschäden im Sinne der nuklearen Sicherheit abzuleiten sind. Aus den Anforderungen werden Schutzziele formuliert:

- Schutzziel 1 : Schutz der Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen vor Brandausbreitung aus anderen Gebäuden oder Bereichen
(z.B. durch Brandwände, Gebäudeabstände)
- Schutzziel 2 : Schutz redundanter Sicherheitseinrichtungen gegen Ausfall mehrerer Redundanzen durch Brand
(z.B. durch räumliche oder bauliche Trennung)
- Schutzziel 3 : Schutz einzelner Anlagenteile gegen Brände in unmittelbarer Umgebung.

Die zu schützenden Räume werden nach einem Bewertungsschema unter folgenden Gesichtspunkten klassifiziert:

- Brandgut (Art, Menge, Abbrandverhalten, Verteilung)
- Raum (Geometrie, Lüftungsverhältnisse)
- Brandgase (Wärme, Rauch, Toxizität)
- Strahlenbelastung (Zugänglichkeit).

Zum Schutz stehen drei Stufen von Brandschutzmaßnahmen zur Verfügung:

- Stufe 1 : Brandverhütung
- Stufe 2 : Branderkennung und Brandbekämpfung
- Stufe 3 : Brandeindämmung .

Brandverhütung:

Zur Brandverhütung sind die Brandbelastung und die Anzahl möglicher Zündquellen im mittelbaren oder unmittelbaren Einflußbereich brennbarer Stoffe klein zu halten. Für tragende Bauteile sind nichtbrennbare Baustoffe der Klasse A nach DIN 4102 [13] , Teil 1, für sonstige Bauteile ebenfalls nichtbrennbare Baustoffe, in Ausnahmefällen Baustoffe der Klasse B1 und B2 zu verwenden.

Branderkennung:

Brand- und Rauchmeldeeinrichtungen sind nach den Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer(s.u.) auszulegen. Die Brandmeldezentrale ist in unmittelbarer Nähe der Warte einzurichten. Eine Parallelanzeige für die Meldelinie, welche die sicherheitstechnisch wichtigen Anlagen überwacht, ist im Sichtbereich des Wartenpersonals anzuordnen. Der Raum für die Brand-

meldezentrale ist gegen schädigende Umgebungseinflüsse zu schützen, so daß eine einwandfreie Funktion der Zentrale gewährleistet ist.

In unmittelbarer Nähe der Brandmeldezentrale sind bereitzustellen:

- Grundrißpläne des Überwachungsbereiches mit Meldebereichen und Brandbekämpfungsmitteln
- Anweisungen für das Verhalten bei Brand- oder Störungsmeldungen
- Bedienungsanleitung und Wartungsvorschriften für die Brandmeldeanlage
- Kontrollbuch für die Eintragung der regelmäßigen Überprüfung, Wartung, Reparatur oder Veränderung der Brandmeldeanlage sowie der Störungs- und Brandmeldungen.

Brandbekämpfung:

Für die sicherheitstechnisch wichtigen Anlageteile ist eine Löschwasserversorgung vorzusehen mit

- redundanten (3 x 100 % oder 4 x 50 %), notstromversorgten Feuerlöschpumpen in voneinander getrennten Bereichen mit Druckhaltesystem, automatischer Zuschaltung bei Druckabfall sowie Überwachung und Bedienungsmöglichkeit von der Warte
- unerschöpflicher Wasserquelle
- Ringleitung außerhalb der Gebäude mit zwei unabhängigen Einspeisungen, Auslegung für \geq ND 16 in \geq NW 200 und geeigneter Unterteilung zur sicheren Versorgung wichtiger Anlagenteile auch bei Brüchen
- Versorgung innerhalb der Gebäude ausreichend für 1 C-Rohr bei 3,5 bar an höchster Entnahmestelle + 2 C-Rohre an beliebigen Entnahmestellen + größte Sprühwasser-Löschanlage für ca. 10 min. + 1 B-Rohr an ebenerdiger Entnahmestelle

- Überflurhydranten nach DIN 3222 (s.u.) an Eingängen und in der Nähe sicherheitstechnisch wichtiger Anlagenteile im Abstand ≤ 75 m
- Wandhydranten nach DIN 14461 (s.u.) in jedem Geschloß in unmittelbarer Nähe der Treppenhäuser.

Als ortsfeste Löscheinrichtungen, die gegen die Beeinträchtigung sicherheitstechnisch wichtiger Anlagen bei Störungen, Schäden oder Fehlbedienung zu sichern sind, sind zulässig:

- Sprinkleranlagen
bei Auslegung nach den Richtlinien des VdS (s.u.)
- Sprühwasser-Löschanlagen
als Objektschutz nach den technischen Anforderungen der DIN 14494 (s.u.) mit Wasserbeaufschlagung $\geq 5 \div 7 \text{ l/m}^2 \text{ min}$, Düsenaufteilung von 12 m^2 in Räumen bzw. 9 m^2 im Freien je Düse, Aufteilung der Anreger für selbsttätige Auslösung 20 m^2 in Räumen, bzw. 9 m^2 im Freien je Anreger, Wasserversorgung mit ≥ 2 bar an der Ventilstation und akustischer Vorwarnung an jeder Ventileinrichtung
- Halon versorgte Löschanlagen
bei amtlicher Zulassung, ausreichender Konzentration sowie akustischer und optischer Vorwarnung vor und während der Brandbekämpfung
- CO_2 -versorgte Löschanlagen
bei Auslegung nach den Vorschriften des VdS (s.u.).

Ortsbewegliche Löscheinrichtungen sind entlang der Angriffswege im Abstand $\leq 30 \div 40$ m zu installieren.

Als Voraussetzung zur Brandbekämpfung sind Zufahrtswege und Entwicklungsflächen für die Feuerwehr nach DIN 14090 (s.u.) sowie geeignete Angriffs-, Flucht- und Rettungswege in den Gebäuden vorzusehen. Es muß eine den besonderen Bedingungen entsprechende Ausstattung zur Brandbekämpfung vorhanden sein.

Je Brandabschnitt sind Zu- und Abluft vorzusehen; Rauch- und Wärmeabzugsquerschnitte sind entsprechend der Brandbelastung durch Rechnung, ausnahmsweise durch Abschätzung der notwendigen Luftwechselzahl zu dimensionieren. Falls wegen des Strahlenschutzes eine Rauch- und Wärmeabfuhr nicht möglich ist, sind alternative Maßnahmen zu treffen.

Brandeindämmung:

Brandabschnittsbegrenzungen oder ausreichende Gebäudeabstände werden gefordert für:

- Reaktorgebäude
- Reaktorhilfsanlagengebäude
- Maschinenhaus
- Schaltanlagengebäude
- Notstromdieselgebäude
- Notspeisegebäude
- Pumpenhaus .

Kanäle, Gänge, Belüftungssysteme und Wanddurchbrüche sind gegen unzulässige Ausbreitung von Brand-, Rauch- und Wärmewirkung auf andere Brandabschnitte auszulegen.

Bauteile zur Brandabschnittsbegrenzung und baulichen Trennung von redundanten sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen sind gegen den größten Brand auszulegen, wobei im Falle größerer Brandbelastung rechnerische Nachweise gefordert werden können.

Wenn sicherheitstechnisch wichtige Anlagenteile gegen Brände in unmittelbarer Umgebung zu schützen sind, sind dafür feuerwiderstandsfähige Vorrichtungen entweder wie Brandabschnittsbegrenzungen und Abstände auszulegen oder unter Berücksichtigung von Maßnahmen der Brandverhütung, Branderkennung und Brandbekämpfung.

Flucht und Rettung:

Die Anforderungen sind in KTA 2102 behandelt (vgl. Abschnitt 2.3.4)

Organisatorische Maßnahmen:

Folgende organisatorische Maßnahmen werden durch einen Brandschutzbeauftragten koordiniert:

- Wiederholungsprüfungen aller Brandschutzeinrichtungen
- Wartung und Instandsetzung der Brandschutzeinrichtungen
- Aufstellung und Ausbildung einer Betriebs- oder Werkfeuerwehr
- Durchführung regelmäßiger Brandschutzübungen
- Aufstellung eines Bereitschaftsplanes für im Brandschutz ausgebildete Betriebsangehörige
- Aufstellung und regelmäßige Überprüfung von Alarmgeräten
- Zusammenarbeit mit öffentlicher Feuerwehr

2.3.2 KTA 2101.2 - Brand- und Explosionsschutz an baulichen Anlagen

Zum baulichen Brandschutz sind im Vorbericht zu KTA 2101.2 [11] nur wenige über KTA 2101.1 hinausgehende Aussagen enthalten.

Auslegungskonzept:

Bei der brandschutztechnischen Auslegung der baulichen Anlagen sind zu berücksichtigen:

- die Forderungen nach nuklearer Sicherheit
- die Forderungen des konventionellen Brandschutzes und Personenschutzes

- die technischen Erkenntnisse des Verbandes der Sachversicherer (siehe Abschnitt 2.5)
- die aus feuerwehrtechnischer Erfahrung resultierenden Erfordernisse (vgl. Abschnitt 2.4).

Die aus Gründen der nuklearen Sicherheit erforderlichen, über den konventionellen Brandschutz hinausgehenden baulichen Maßnahmen hängen von den Maßnahmen zur Branderkennung und Brandbekämpfung und von den vorhandenen Redundanzen ab. Sie sind durch zusätzliche Eignungsprüfungen oder gegebenenfalls auch durch konstruktive Maßnahmen zu erfüllen. Die Auslegung erfolgt für die Brandlasten aufgrund des bestimmungsgemäßen Betriebes, u.U. auch unter Berücksichtigung von Störfällen; der Nachweis der Funktionsfähigkeit von Bauteilen im Falle eines Brandes soll sich an DIN 18230 [14] orientieren.

Brandverhütung:

Mit Ausnahme von Dekontanstrichen, Kabelummantelungen, Steuer- und Schmierflüssigkeiten und anderen aus betrieblichen Gründen unvermeidbar brennbaren Stoffen sollen - zumindest in sicherheitstechnisch wichtigen Bereichen - nur nichtbrennbare Bau- und Betriebsstoffe verwendet werden. Bei unvermeidbaren brennbaren Bau- und Betriebsstoffen sind solche zu wählen, die eine möglichst geringe Entwicklung von Rauch, toxischen Gasen und korrosiven Stoffen verursachen und die langsam abbrennen, so daß die Wärmefreisetzung pro Zeiteinheit reduziert wird.

Branderkennung:

Anlagenteile, die der nuklearen Sicherheit dienen und wesentliche Brandlasten beinhalten, sollen durch geeignete Brandmeldeanlagen geschützt werden. Im Sicherheitsbehälter soll der Einbau von automatischen Detektoren und Fernsehkameras ein

frühzeitiges Erkennen und Lokalisieren eines Brandes sicherstellen. Haltekonstruktionen von Brandmeldeanlagen sind für Lasten aus Brand und eventuell Kombinationen mit sonstigen Störfällen zu bemessen und auszuführen.

Brandbekämpfung:

Anlagenteile, die der nuklearen Sicherheit dienen und wesentliche Brandlasten beinhalten, sind durch geeignete Feuerlöschanlagen zu schützen. Im Sicherheitsbehälter sind in Bereichen mit erhöhter Brandgefahr stationäre, auch fernbedienbare Löschanlagen einzubauen. Haltekonstruktionen von stationären Feuerlöschanlagen sind für Lasten aus Brand und ggf. sonstigen Störfällen zu bemessen und auszuführen.

Brandeindämmung:

Alle wesentlichen Brandlasten sollen grundsätzlich durch ausreichend widerstandsfähige Bauteile von den übrigen Bereichen abgetrennt werden. Im Sicherheitsbehälter sind Bereiche mit erhöhter Brandgefahr abzuschotten; der Sicherheitsbehälter selbst ist gegen Brand auszulegen.

Die Größe der Brandabschnitte ist zu begrenzen. Die Umfassungsbauteile und deren Unterteilungen sind gegen Brandwirkungen auszulegen. Gegebenenfalls sind bei besonderer Temperaturempfindlichkeit von Anlagenteilen niedrigere Temperaturen auf der dem Feuer abgekehrten Seite als nach DIN 4102 [13] zu fordern. Feuerschutzabschlüsse, Kabel- und Rohrdurchführungen in Bauteilen mit brandschutztechnischen Anforderungen sind so auszuführen und zu bemessen, daß die Brandschutzfunktion der Bauteile voll erhalten bleibt. Bei speziellen Anforderungen an Rauchdichtheit, Druckdichtheit oder Wasserdichtheit sind zusätzliche Eignungsprüfungen oder konstruktive Maßnahmen erforderlich. Für notwendige lichteundurchlässige Elemente in

Feuerschutzabschlüssen sollen klassifizierte Verglasungen nach [13] verwendet werden.

Sicherheitstechnisch wichtige Kabeltragekonstruktionen sollen für Lasten aus Bränden und eventuell Kombinationen mit sonstigen Störfällen bemessen und ausgeführt werden. Die Weiterleitung von Bränden in Kabeltrassen ist durch Abschottungen zu verringern.

Im Bereich von Fluchtwegen sind Kabeltrassen feuerwiderstandsfähig zu ummanteln oder zumindest gegen herabtropfen des Brandgut zu schützen.

Lüftungsrohre, Lüftungsschächte und Lüftungskanäle sollen grundsätzlich aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Sofern sie Brandabschnitte überbrücken, ist eine Brandübertragung durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Hinsichtlich der brandschutztechnischen Anforderungen sind die Richtlinien des Instituts für Bautechnik [15] und DIN 4102, Teil 6 [13] zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Anforderungen an Rauch- und Wärmeabzugsanlagen ist DIN 18232 [16] zu beachten.

Flucht und Rettung:

In KTA 2101.2 werden die brandschutztechnischen Anforderungen an Wände, Decken und Türen von Fluren, Treppenträumen, Schleusen-Vorräumen und Rettungstunneln geregelt. Weitergehende Anforderungen an Flucht- und Rettungswege enthält KTA 2102 (vgl. Abschnitt 2.3.4).

Organisatorische Maßnahmen:

Die Einhaltung der brandschutztechnischen Anforderungen an Bauteile wird durch Prüfung nach DIN 4102 [13] oder Prüfrichtlinien des Instituts für Bautechnik nachgewiesen oder es werden

klassifizierte oder allgemein bauaufsichtlich zugelassene Bauteile verwendet.

2.3.3 KTA 2101.3 - Brand- und Explosionsschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen

Die Aussagen im Vorbericht zu KTA 2101.3 [12] beschränken sich auf den Teilaspekt "Brandschutz" und berücksichtigen auch Gesichtspunkte des Personenschutzes.

Auslegungskonzept:

Die Gefährdungsmöglichkeit durch Brandeinwirkung soll durch eine Bestandsaufnahme der maschinentechnischen, elektrotechnischen und bautechnischen Gegebenheiten geklärt werden. Dabei sind auch die betriebliche und sicherheitstechnische Bedeutung von Systemen und Komponenten, die standortbedingten Voraussetzungen des Brandschutzes sowie ggf. Anforderungen aus der Kombination von Brand mit einem sonstigen anzunehmenden Ereignis zu erfassen.

Für die maschinen- und elektrotechnischen Anlagen ist die Brandlast bezogen auf die einzelnen Räume zu ermitteln. Die Zugänglichkeit zu Raum und Anlagenteil ist aufgrund von Strahlenbelastung, Möglichkeit der Rauch- und Wärmeabfuhr, Anlagensicherung sowie der vorhandenen Angriffs-, Flucht- und Rettungswege zu beurteilen. Systeme und Komponenten, denen im Brandfall eine sicherheitstechnische Bedeutung - auch indirekt, z.B. als Brandschutzeinrichtung - zukommt, sind zu erfassen und in Anforderungsstufen für die Brandschutzmaßnahmen einzuteilen. Dabei sind auch mögliche Beeinträchtigungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten durch nicht sicherheitstechnisch wichtige Komponenten zu berücksichtigen. Bei elektrotechnischen Betriebsmitteln gelten hinsichtlich der nuklearen Sicherheit und des Personenschutzes weitgehend die Anforderungen nach VDE (vgl. Abschnitt 2.5).

Brandverhütung:

Es werden sehr detaillierte Aussagen zur Brandverhütung gemacht, von denen die kernkraftwerkspezifischen nachfolgend zusammengefaßt sind:

Für Rohrleitungen, Behälter, Apparate und Armaturen, die brennbare Stoffe enthalten oder sicherheitstechnisch wichtig sind, sind grundsätzlich nichtbrennbare Werkstoffe zu verwenden; bei unvermeidbaren brennbaren Werkstoffen ist eine Brandausbreitung durch andere Maßnahmen zu verhindern. Die Freisetzung brennbarer Stoffe sollte durch Auswahl nichtbrennbarer, nichtspröder Werkstoffe, Verwendung druckgeprüfter nahtloser Rohre, Vermeidung von Verschraubungen, Flanschverbindungen mit Vor- und Rücksprung, Ausführung mit Doppel- oder Schutzrohr sowie durch Auslegung, konstruktive Ausführung und Qualitätssicherung weitgehend ausgeschlossen werden. Eventuellen Lecks ist durch gezielte Lecklageerkennung und -ableitung, Isolierung benachbarter heißer Teile und ggf. durch stationäre Löschanlagen zu begegnen.

Zum Schutz des Reaktorsicherheitsbehälters sind größere Brandlasten in unmittelbarer Nähe der Wandung sowie im Bereich von Kabel-, Rohr- und Lüftungskanaldurchführungen zu vermeiden. Schleusenbereiche sind grundsätzlich von Brandlasten freizuhalten; für Schleusenantriebe sind mindestens schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten zu verwenden.

Im Bereich der Hauptkühlmittelpumpen sind die Ölbehälter mit Niveauüberwachung, Auffangwanne und Lecklageanzeige zu versehen; unterhalb der Pumpen sind Ölauffangeinrichtungen einzubauen. Pumpenlager und Lageröl sind zu überwachen. In ähnlicher Weise sind andere sicherheitstechnisch wichtige oder brennbare Stoffe führende Pumpen, Gebläse oder Verdichter sowie Turbinen zu überwachen. Bei Turbinen sind außerdem schwerentflammbare Steuerflüssigkeiten zu verwenden

und Reglergestelle mit Abstand vom Turbosatz aufzustellen.

Bei Notstromerzeugungsanlagen mit Dieselaggregaten sind Leckagen in Auffangbehälter abzuleiten und anzuzeigen. Das Auftreffen von Kraftstoff auf heiße Teile ist durch Doppelrohre, Abdeckungen u.ä. zu verhindern; Abgasstutzen und Turboladergehäuse sind zu kühlen. Für Kraftstoff, Schmier- und Lageröl sind die oben angegebenen Leckagekontrollen vorzusehen.

Dämmstoffe, Verkleidungen und Beschichtungen müssen aus nichtbrennbaren Rohmaterialien gefertigt sein und im eingebauten Zustand einen möglichst geringen brennbaren Anteil haben. Sie sind durch Hartmantel, Folien u.ä. gegen Eindringen von Öl zu schützen. Beschichtungen sollen mindestens schwerentflammbar nach [13] sein.

Radioaktive Abfälle dürfen nicht mit anderen brennbaren Abfällen verarbeitet, gesammelt oder gelagert werden.

Hinsichtlich der Brandverhütung bei elektrotechnischen Betriebseinrichtungen gelten die VDE-Anforderungen. Bei größeren Hochspannungsmotoren ist eine Überwachung der Wicklungstemperaturen, der Lagertemperatur und des Lageröls erforderlich. Bei Turbogeneratoren wird die Isolierstoffklasse B und die Überwachung hinsichtlich Kühlkreislauf, Dichtölkreislauf sowie Lageröl gefordert. Kabel und Leitungen sind grundsätzlich getrennt von warmgehenden oder brennbaren Medien führenden Rohrleitungen zu verlegen. Bereichsweise wird der Einsatz sogen. FRNC -Kabel vorgesehen und ggf. vorgeschrieben.

Branderkennung:

Durch automatische Brandmelder, Fernsehüberwachung, Gasspürgeräte u.ä. sollen Brände in der Entstehungsphase entdeckt und gemeldet werden. Mit automatischen Brandmeldeanlagen sind zu

überwachen:

Räume für

Prozeßrechner, Elektronikschränke, Rangierverteiler, Zähler-
tafeln, Schutzschränke, Meßumformer, Schaltanlagen, die
Zentrale der Fernsprechanlagen sowie
Haupt- und Nebenräume mit brennbaren Stoffen (Papier, Zeich-
nungen, Flüssigkeiten usw.), Kabelkeller, Kabelkanäle, Kabel-
schächte, Kabelmassierungen, Gleich- und Wechselrichterräume,
Wartenbereiche hinter der Bedienungsfront, Transformatoren-
räume, Batterieräume, und

Räume für maschinentechnische Komponenten, die brennbare Stoffe
enthalten oder in deren Nähe brennbare Stoffe gelagert sind,
wie z.B.: Reaktorsicherheitsbehälter, Bereich der Hauptkühl-
mittelpumpen und Ölbehälterräume und Räume für Notstromer-
zeugungsanlagen mit Dieselaggregaten, sowie das Brennelement-
trockenlager. Die Brandmeldeanlagen sind in Anlagenbezirken
mit Sicherheitseinrichtungen und in Kontrollbereichen hin-
reichend zuverlässig (z.B. redundant) unter Berücksichtigung
der VDE-Bestimmungen auszuführen. Sie müssen aus miteinander
verträglichen Bestandteilen bestehen und vom VdS anerkannt
sein.

Meldelinien sind aus höchstens 30 Meldern so zu bilden, daß
die Lage des Brandherdes sofort erkennbar ist; sie sollen
sich nicht über mehrere F 90-A-abgetrennte Bereiche und in
der Regel nicht über mehrere Geschosse erstrecken. Für
Zwischenböden, Zwischendecken sowie Klima- und Lüftungsanlagen
sind eigene Meldelinien zu bilden; Druckknopfmelder sind in
eigenen Meldelinien mit max. 10 Meldern zusammenzufassen. Bei
Brandabschnitten mit mehreren Lüftungsbereichen muß je Lüftungs-
bereich eine Brandmeldelinie vorhanden sein. Die Zuordnung der
Melder zu den Meldelinien ist auf den Meldern mit einer fort-
laufenden Numerierung zu kennzeichnen.

Die Anzeigen- und Bedienungseinrichtungen der Brandmeldezen-
tralen sind in oder in der Nähe der Warte zu installieren,

bei einer Brandmeldezentrale in der Notsteuerstelle auch dort. Bei Anordnung von Brandmeldezentrale und Anzeigen- und Bedienungseinrichtungen in getrennten Räumen sind die Verbindungsleitungen zu überwachen. Brandmeldungen müssen in Sichtbereichen des Wartenspersonals angezeigt werden, ebenso Sammelstörmeldungen der Brandmeldeanlagen. Sind Individualanzeigen von Meldern nicht einsehbar, müssen leicht einsehbare Parallelanzeigen vorgesehen werden.

Die Melder sind so anzuordnen, daß sie die Brandkenngrößen auch unter Einfluß örtlicher Störungen erkennen lassen. Zur Brandfrüherkennung sind vorwiegend Ionisations-Rauchmelder mit veränderbarer Empfindlichkeit einzusetzen. Zur Überwachung von Kabelwegen sind optische Rauchmelder und Ionisations-Rauchmelder (in einer gemeinsamen Linie) gemischt anzuordnen. Wo mit hoher Wärmeentwicklung oder offener Flamme zu rechnen ist, dürfen Flammenmelder oder Thermodifferential-/Maximalmelder verwendet werden. Im Kontrollbereich müssen die Melder mit der maximalen Ortsdosisleistung verträglich sein.

Brandbekämpfung:

Zur Löschwasserversorgung sind Unterflurhydranten nicht zugelassen. Feuerlöschleitungen sind frostsicher zu verlegen. Für erdverlegte Leitungen dürfen Kunststoffrohre, in Gebäuden nur Stahlrohre verwendet werden. Das Löschwassernetz ist von Schlammablagerungen und Verschmutzungen freizuhalten. In Gebäuden mit sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen müssen Steigleitungen zusätzlich zum Anschluß an die Ringwasserleitung mindestens einen Anschluß für mobile Löschwasserversorgung haben.

Als ortsfeste Löschanlagen sind zu verwenden:

- Sprühwasser-Löschanlagen in Kabelkellern, Kabelböden, Kabelschächten, ggf. auch mobile Schaumlöschgeräte

- Gas-Löschanlagen für Elektronikanlagen, Schaltanlagen, Prozeßrechneranlagen, Warte
- keine Sprinkleranlagen in sicherheitstechnisch wichtigen Bereichen
- keine Pulverlöscher für elektrische Anlagen.

Wandhydranten sind mindestens nach DIN 14461 (s.u.) auszubilden; es sind ausreichend Schlauchlängen für jeden Brandherd des Löschbereichs - innerhalb des Kontrollbereichs C-Schläuche - vorzuhalten. Der maximale Anschlußdruck soll auf 7 bar begrenzt werden. Bei möglichen Flüssigkeitsbränden sind die Wandhydranten zusätzlich mit Schaumlöscheinrichtungen auszustatten.

Die Steuerstromkreise für ortsfeste Löschanlagen sind auf Drahtbruch, Kurzschluß und Erdschluß zu überwachen. Die Steuerung darf durch Brände innerhalb des Löschbereichs nicht beeinträchtigt werden. Es sind Einrichtungen für Handauslösung vor Ort und ggf. Fernauslösung von der Warte einzubauen. In bedingt begehbaren Bereichen muß aufgrund der Branderkennungseinrichtungen ohne Inaugenscheinnahme der Brandstelle eine Fehlauslösung der Löschanlage vermieden werden.

Bei Rauch- und Wärmeabzugsklappen in notwendigen Treppenräumen müssen die Steuerstellen am Ausgang ins Freie sowie auf jeder Geschoßebene vorhanden sein und die Klappenstellung anzeigen. Maschinelle Rauch- und Wärmeabzüge dürfen im Brandfall nur dann betrieben werden, wenn Frischluftzufuhr und Rauchgasabfuhr ins Freie sichergestellt sind. Zur Auslösung einer Umschaltung von Mischluft- oder Umluftbetrieb auf Frischluftbetrieb sind Rauchmeldeeinrichtungen an geeigneter Stelle einzubauen. In notwendigen Fluren und Treppenräumen ist eine automatische Inbetriebnahme maschineller Rauch- und Wärmeabzüge durch Branderkennungseinrichtungen sicherzustellen.

Brandeindämmung:

Redundant vorhandene sicherheitstechnisch wichtige maschinentechnische und elektrotechnische Anlagen sind durch Bauteile mit Brandschutzfunktion voneinander zu trennen oder es ist durch räumliche Trennung sicherzustellen, daß keine weiteren Redundanzen außer Funktion gesetzt werden. Ölbehälterräume sind nach KTA 2101.2 baulich abzutrennen. Bei Notstromerzeugungsanlagen mit Dieselaggregaten sind der Kraftstoffvorratsbehälter eines Stranges und der Dieselleitstand vom Dieselraum feuerbeständig (F 90-A) abzutrennen.

Die Schaltanlagen von mehrfach vorhandenen Betriebseinrichtungen die dem Personenschutz dienen (z.B. die Brandmeldeanlagen), sowie von leittechnischen Anlagen müssen sich in getrennten Brandabschnitten befinden. Kabel bzw. elektronische Leitungen innerhalb einer Redundanz sind an der Trennstelle zwischen Schaltanlage und Kabelkanal oder durchdrungenem Bauteil entsprechend dessen Feuerwiderstandsdauer und mindestens rauchdicht und nichtbrennbar abzuschotten. Als Kabelschottungssysteme sind mindestens bauaufsichtlich zugelassene Systeme zu verwenden.

Flucht und Rettung:

Es werden keine über KTA 2102 (vgl. Abschnitt 2.3.4) hinausgehenden Anforderungen gestellt.

Organisatorische Maßnahmen:

Das Versagen einzelner Komponenten muß u.a. durch Maßnahmen der Qualitätskontrolle weitgehendst ausgeschlossen werden.

Durch Kontrollgänge, wiederkehrende Prüfungen und Wartung der Systeme und Komponenten ist der Brandentstehung sowie dem Ausfall von Branderkennungs-, Brandmelde- und Feuerlöschanlagen vorzubeugen. Komponentenspezifisch sind weitergehende qualitätssichernde Maßnahmen vorzusehen, z.B. speziell für Schweißnähte von Rohrleitungen und Behältern.

2.3.4 KTA 2102 - Flucht- und Rettungswege

Zur Frage der "Flucht- und Rettungswege in Kernkraftwerken" liegt ein Regelentwurfsvorschlag vor [17]. Er enthält Aussagen über technische Maßnahmen außerhalb des Kontrollbereichs und innerhalb des Kontrollbereichs sowie über organisatorische Maßnahmen, die nachfolgend zusammengefaßt werden:

Auslegungskonzept:

Flucht- und Rettungswege sollen geeignet sein, Personen im Gefahrenfall schnell und sicher ins Freie gelangen zu lassen oder von außen zu retten und den gesicherten Zugang für die Gefahrenbekämpfung sicherzustellen.

Die folgenden Anforderungen sind durch bauliche, ergänzende technische und organisatorische Maßnahmen zu erfüllen:

- Schutz vor Gefahreneinwirkung
- zeitliche Verkürzung der Gefahreneinwirkung
- Begehrbarkeit zur Flucht und zum Transport Verletzter
- sichere Führung aus dem Gefahrenbereich.

Brandverhütung:

Fußböden, Verkleidungen, Dämmstoffe sowie Füllstoffe für Dehnfugen in gesicherten Fluren müssen aus nichtbrennbaren Stoffen bestehen. Treppen müssen aus nichtbrennbaren Stoffen bestehen. Einbauten und sonstige Gegenstände, die dem Betrieb oder der Brandbekämpfung dienen, müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen gemäß DIN 4102 [13] , Teil 1, bestehen. Elektrische Leitungen und Kabel müssen flammenwidrig umhüllt sein.

Branderkennung:

Es werden keine über KTA 2101.1 hinausgehenden Anforderungen gestellt.

Brandbekämpfung:

Es werden keine über KTA 2101.1 hinausgehenden Anforderungen gestellt.

Brandeindämmung:

Die gesicherten Flure und notwendigen Treppenräume sind durch bauliche Maßnahmen vor Brandeinwirkungen zu schützen. Die Wände und Decken der gesicherten Flure sowie die Türen in begehbare Räume müssen feuerbeständig sein. Die Wände und Decken notwendiger Treppenräume müssen feuerbeständig, die Wände in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen so dick wie Brandwände sein. Öffnungen in diesen Wänden müssen mit Feuerschutzabschlüssen in feuerbeständiger Bauart versehen sein.

Flucht und Rettung:

Neben den Maßnahmen zur Brandeindämmung werden noch folgende baulichen Maßnahmen gefordert:

Aufenthaltsräume und andere begehbare Räume müssen mindestens einen Ausgang in einen Flur, einen gesicherten Flur, in einen notwendigen Treppenraum oder direkt ins Freie haben. Bei einer Grundfläche $\geq 180 \text{ m}^2$ ist zusätzlich ein möglichst entgegengesetzt liegender Ausgang erforderlich, der über andere Räume in einen benachbarten Brandabschnitt führen darf. Begehbare Rohr- und Kabelkanäle von max. 100 m Länge müssen je Bereich mindestens zwei Ausgänge oder Ausstiege ins Freie oder in benachbarte Brandabschnitte besitzen; bei längeren Kanälen sind Festlegungen im Einzelfall zu treffen. Die Fluchtweglänge von jeder Stelle eines Aufenthaltsraumes bis zu einem gesicherten Flur, notwendigen Treppenraum oder ins Freie darf höchstens 35 m betragen, bei anderen begehbaren Räumen höchstens 50 m.

Fluchtwege in begehbaren Räumen müssen mindestens eine lichte Breite von 1,10 m und eine lichte Höhe von 2,0 m haben. In nur gelegentlich zur Bedienung oder Überwachung begangenen Abschnitten soll 0,40 x 1,80 m, an Engstellen eine Höhe von 1,40 m nicht unterschritten werden. Rettungswege in gesicherten Fluren sind mindestens 1,50 x 2,20 m auszuführen. Die nutzbare Laufbreite von Treppen in Flucht- und Rettungswegen muß mindestens 1,10 m, die Podestbreite mindestens 1,30 m sein. Für die Auslegung von Wegbiegungen ist der Krankentransport mittels Einheitskrankentragen gemäß DIN 13024 (s.u.) zugrunde zu legen.

Türen und Ausstiegsklappen im Verlauf von Flucht- und Rettungswegen müssen in Fluchtrichtung in voller Breite geöffnet werden können; sie müssen auch eine Rettung von außen zulassen. Wenn sie der Anlagensicherung unterliegen, müssen sie von außen zu öffnen sein.

In Rettungswegen sind Einbauten und sonstige Gegenstände, die weder dem Betrieb noch der Brandbekämpfung dienen, unzulässig. Einbauten, die dem Betrieb und der Brandbekämpfung dienen, dürfen das Mindestlichtraumprofil nicht einschränken.

Zur Rauchfreihaltung der Rettungswege sind grundsätzlich mechanische oder durch Konvektion wirkende Rauch- und Wärmeabzugsanlagen einzubauen, bei notwendigen Treppenräumen mit mindestens zwei Steuerstellen mit Stellungsanzeige.

Flucht- und Rettungswege müssen deutlich und dauerhaft mit Hinweistafeln gemäß Unfallverhütungsvorschrift VBG 125 [18] und DIN 4844 (s.u.) gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muß eindeutig in die Fluchtrichtung mit einem möglichst kurzem Weg in gesicherte Bereiche weisen. Sämtliche Flucht- und Rettungswege müssen mit einer Allgemeinbeleuchtung und einer unterbrechungsfreien Sicherheitsbeleuchtung gemäß § 7 ArbStättV [8] ausgerüstet sein. Zur Orientierung sind zusätzlich Bodenmarkierungen sowie Orientierungstafeln an den Geschoßzugängen anzubringen.

Zur Information der Warte und Einleitung von Rettungsvorgängen sind Fernsprechnebenstellen in Aufenthaltsräumen, an Auslösestationen für Löschanlagen, in gesicherten Fluren und notwendigen Treppenräumen zu installieren, im Reaktor gebäude zusätzlich in Personenschleusen, Schleusenvorräumen, im Bereich der unteren Zugänge zu geschützten Treppenräumen sowie auf jeder Ebene in ca. 30 m Abstand.

Im Reaktorsicherheitsbehälter sind mindestens 3 Personenschleusen (bei DWR 1300 NW) nach KTA 3402 [19] mit Schleusenvorräumen im Reaktorsicherheitsbehälter einzubauen. Mindestens zwei geschützte Treppenräume sind gleichmäßig über den Umfang verteilt anzuordnen und an je einen Schleusenvorraum anzuschließen. Die Fluchtwege von der untersten Ebene sind an mindestens einen Treppenraum anzuschließen und mit der Ebene

der größeren Personenschleuse durch einen zweiten Fluchtweg zu verbinden. Im Revisionsfall sind alle Schleusentüren in geöffnetem Zustand zu halten.

Die Fluchtweglänge darf im Reaktorsicherheitsbehälter von beliebiger Stelle zu einem geschützten Treppenraum oder Schleusenvorraum höchstens 50 m Laufweglänge betragen. Die geschützten Treppenräume und Schleusenvorräume müssen eine Be- und Entlüftung erhalten, die nach dem Fluchtalarm bei Brand mindestens 15 Minuten wirksam bleibt. Zu Fluchtzwecken sind umluftunabhängige Atemschutzgeräte für die im Normalbetrieb im Sicherheitsbehälter anwesenden Personen vorzusehen.

Organisatorische Maßnahmen:

Das Betriebspersonal ist bei Neueinstellung und in mindestens jährlicher Wiederholung über die Alarmierung und Benutzung von Flucht- und Rettungswegen, Fernsprechnebenstellen, Krankentragen und Atemschutzgeräten zu unterweisen. In mindestens halbjährlichen Abständen sind Flucht-Alarmübungen und Rettungsübungen unter Einsatzbedingungen durchzuführen. Fremdpersonal muß in gleichem Umfang unterrichtet werden, sofern seine Tätigkeit nicht unter Aufsicht einer anlagenkundigen Person ausgeführt wird.

Die Begehbarkeit der Flucht- und Rettungswege und die Funktion selbsttätig schließender Türen sind grundsätzlich in monatlichen Abständen, bei Revision täglich zu kontrollieren. Bei Gefahrenfällen muß eine zuverlässige Personenzählung sichergestellt werden.

2.3.5 Weitere KTA-Regeln

Neben den bisher behandelten speziellen KTA-Regeln zum Brand- und Explosionsschutz und zu Flucht- und Rettungswegen enthalten auch weitere KTA-Regeln Brandschutzanforderungen. Diese sind (oder werden) jedoch weitgehend in den Regeln KTA 2101, Teil 1 bis 3 und KTA 2102 berücksichtigt. Einige der Regeln mit Abschnitten zum Brandschutz werden im folgenden zusammengestellt.

KTA 3403 - Kabeldurchführungen im Reaktorsicherheitsbehälter von Kernkraftwerken (Regeländerungsvorlage März 1980)

Es wird gefordert, daß durch die Auswahl der Werkstoffe, Konstruktion und Anordnung die Kabeldurchführungen den Feuerwiderstand des Reaktorsicherheitsbehälters nicht einschränken und in ihrer Brandsicherheit den VDE-Bestimmungen (s.u.) genügen.

KTA 3501 - Reaktorschutzsystem und Überwachung von Sicherheitseinrichtungen (Fassung 03/77)

Die brandschutztechnischen Anforderungen betreffen die räumliche und bauliche Trennung der redundanten Systeme untereinander und von anderen Systemen und den Schutz der Kabel. Sie sind in den Regeln KTA 2101, Teil 1 bis 3 berücksichtigt.

KTA 3601 - Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken (Regelvorlage Juni 1980, REV 05/79)

Die brand- und explosionsschutztechnischen Anforderungen an lüftungstechnische Anlagen werden in KTA 2101.3 berücksichtigt, insbesondere die Anforderungen zum Brandschutz der Filter und zum Rauch- und Wärmeabzug.

KTA 3604 - Lagerung und Handhabung radioaktiver Stoffe
(mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken
(Regelentwurfsvorschlag, KTA-DOK. Nr. 3604/80/1)

Es werden Anforderungen an die Werkstoffe der Behältnisse für radioaktive Abfälle und an die Branderkennung in Verpackungs- und Lagerräumen sowie in der Heißen Werkstatt gestellt. Die Anforderungen sind in KTA 2101, Teil 1 bis 3 berücksichtigt.

KTA 3702.1 - Notstromerzeugungsanlagen mit Diesellaggregaten
in Kernkraftwerken; Teil 1: Auslegung (Fassung 06/78)

Diese Regel fordert komponentenspezifische technische Maßnahmen zur Brandverhütung, Branderkennung, Brandbekämpfung und Brandeindämmung. Die Anforderungen sind in KTA 2101.3 berücksichtigt.

2.4 DIN-Normen

2.4.1 Vorbemerkung

Eine Reihe von Normen des Deutschen Normenausschusses (DNA) sind auch auf Kernkraftwerke anwendbar. Im folgenden werden unter Verwendung des Jahrbuchs 1981 des Bayerischen Landesamtes für Brand- und Katastrophenschutz [20] die den Brandschutz betreffenden Normen - geordnet nach den Sachgruppen gemäß Abschnitt 2.3.1 - zusammengestellt. Auf eine Erläuterung oder Zusammenfassung der in Fachkreisen weitgehend bekannten Normen wird verzichtet. Die Normen werden mit den folgenden Abkürzungen gekennzeichnet:

E = Entwurf
V = Vornorm
T = Teil
Bbl= Beiblatt
EN = Europäische Norm.

Die zitierte Ausgabe ist mit Erscheinungsmonat und Jahr angegeben.

2.4.2 Branderkennung

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
EN 54	T 1	04.77	Bestandteile automatischer Brandmeldeanlagen; Einleitung
EN 54	T 5	04.77	Bestandteile automatischer Brandmeldeanlagen; Wärmemelder; Punktförmige Melder mit einem Element mit statischer Ansprechschwelle
14650	T 1	11.79	Nichtautomatische Brandmelder (Feuermelder) A und B zur Anwendung im Freien; Maße und Anforderungen
14650	T 2	04.77	Nichtautomatische Brandmelder (Feuermelder) A und B zur Anwendung im Freien; Inneneinrichtung für Melder mit mechanischem Impulsgeber

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
14650	T 3	04.77	Nichtautomatische Brandmelder (Feuermelder) A und B zur Anwendung im Freien; Steuerscheibensatz, Impulskontaktsatz; Erdkontaktsatz für mechanischen Impulsgeber
14651		05.79	Nichtautomatische Brandmelder (Feuermelder) D zur Anwendung in trockenen Räumen
14652		05.79	Nichtautomatische Brandmelder (Feuermelder) G zur Anwendung in trockenen Räumen
V14675		04.79	Brandmeldeanlagen; Aufbau
14678		05.79	Nichtautomatische Brandmelder (Feuermelder) K zur Anwendung in explosionsgefährdeten Betriebsstätten

2.4.3 Brandbekämpfung

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
14011	T 2	06.75	Begriffe aus dem Feuerwehrwesen; Abwehrender Brandschutz einschließlich Wasserversorgung
14090		06.77	Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken
14244		01.74	Löschwasser-Sauganschlüsse; Überflur und Unterflur
14270	T 1	02.77	Halon-Löschmittel; Allgemeines, Prüfung
14270	T 2	02.77	Halon-Löschmittel; Halon 1211
14270	T 3	02.77	Halon-Löschmittel; Halon 1301
14302		11.57	C-Druckkupplung
14306		06.71	D-Festkupplung ND 16 aus Aluminium-Legierung mit Dichtring
14311		01.58	C-Blindkupplung
14406	T 1	11.76	Tragbare Feuerlöscher; Begriffe, Bauarten, Anforderungen
14406	T 2	11.76	Tragbare Feuerlöscher; brandschutztechnische Typprüfung

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
14461	T 1	05.76	Feuerlösch-Schlauchanschlußeinrichtungen; Anschluß an Steigleitungen "naß" (Wandhydrant)
14461	T 2	08.66	Feuerlösch-Schlauchanschlußeinrichtung; Anschluß an Steigleitungen "trocken"
14461	T 3	07.73	Feuerlösch-Schlauchanschlußeinrichtungen; Schlauchanschluß-Ventile ND 16
V14492		06.65	Ortsfeste Feuerlöschanlagen mit dem Löschmittel Löschpulver
14493	T 1	07.77	Ortsfeste Schaum-Löschanlagen; Allgemeines
14493	T 2	07.77	Ortsfeste Schaum-Löschanlagen; Schwerschaum-Löschanlagen
14493	T 3	07.77	Ortsfeste Schaum-Löschanlagen; Mittelschaum-Löschanlagen
14493	T 4	07.77	Ortsfeste Schaum-Löschanlagen Leichtschaum-Löschanlagen
14494		03.79	Sprühwasser-Löschanlagen; ortsfest mit offenen Düsen
14817	T 1	11.77	Druckschläuche S ; Richtlinien für Herstellung, Prüfung und Behandlung
14817	T 2	11.77	Druckschläuche S ; Ermittlung des Druckverlustes
3221	T 1	03.78	Unterflurhydranten für Feuerlöschzwecke; Maße
3221	T 2	04.78	Unterflurhydranten für Feuerlöschzwecke; Anforderungen, Prüfung
3222	T 1	09.78	Überflurhydranten für Feuerlöschzwecke; Maße
3222	T 2	09.78	Überflurhydranten für Feuerlöschzwecke; Anforderungen, Prüfung
4066	T 1	06.72	Hinweisschilder für Löschwasser
4066	T 2	11.74	Hinweisschilder für Brandschutzeinrichtungen

2.4.4 Brandeindämmung

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
4102	T 1	9.77	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
4102	T 2	9.77	w.v.; Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
4102	T 3	9.77	w.v.; Bandwände und nichttragende Außenwände; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
4102	T 4	3.81	w.v.; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
4102	T 5	9.77	w.v.; Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden und gegen Feuer widerstandsfähige Verglasungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
4102	T 6	9.77	w.v.; Lüftungsleitungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
4102	T 7	9.77	w.v.; Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
4102	Bbl 1	02.78	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen-, Inhaltsverzeichnisse
18082	T 1	12.76	Feuerschutzabschlüsse; Stahltüren T 30-1, Bauart für Größenbereich A
18082	T 2	12.76	Feuerschutzabschlüsse-, Stahltüren T 30-1, Mineralfaser-Einlagen
V18230	T 1	08.81	Baulicher Brandschutz im Industriebau; Erforderliche Feuerwiderstandsdauer
V18230	T 2	08.81	Ermittlung des Abbrandfaktors m

2.4.5 Flucht und Rettung

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
14034	T 6	06.79	Graphische Symbole für das Feuerwehrwesen; Bauliche Einrichtungen
14701	T 1	04.78	Hubrettungsfahrzeug; Zweck, Begriffe, Sicherheitseinrichtungen, Anforderungen

DIN	Teil	Ausgabe	Titel
14701	T 2	02.80	Hubrettungsfahrzeuge; Drehleitern mit maschinellm Antrieb; DL 23-12 und DLK 23-12
3176		10.77	Alkalipatronen für Atemschutzgeräte
3179	T 1	11.77	Einteilung von Atemgeräten, Übersicht
3179	T 2	11.77	Einteilung von Atemgeräten; Atemschutzgeräte für Hauptanwendung bei Umgebungsdruck 1 + 0,2 - 0,3 bar
3174	T 3	08.76	Einteilung von Atemgeräten; Tauchgeräte
3180	T 1	05.78	Benennungen für Atemgeräte; Atemanschlüsse
3180	T 2	05.78	Benennungen für Atemgeräte, Schlauchgeräte
3180	T 4	03.78	Benennungen für Atemgeräte; Kreislaufgeräte mit Drucksauerstoff (Sauerstoffschutzgeräte)
3180	T 5	03.78	Benennungen für Atemgeräte; Filtergeräte
3181	T 1	05.80	Atemgeräte; Atemfilter für Atemschutzgeräte, Gas- und Kombinationsfilter, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
3181	T 2	05.80	Atemgeräte; Atemfilter für Atemschutzgeräte, Partikelfilter, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
13024		07.68	Einheits-Krankentrage
13164	T 2	01.70	Verbandkästen für Betriebe und Schutzzräume C/D (leicht)
13169		04.70	Verbandkästen; groß, für Betriebe und Schutzzräume (E/F)
58645	T 1	03.79	Atemgeräte; vollständige Atemschutzgeräte; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung von Behältergeräten mit Druckluft (Preßluft)
58646	T 1	03.79	Atemgeräte; Bauteile für Atemschutzgeräte; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung von Vollmasken

2.5 Industrierichtlinien

2.5.1 Übersicht

Allgemein geben seitens der Industrie folgende Institutionen Bestimmungen oder Richtlinien mit Bezug zum Brandschutz heraus:

- Verband der Sachversicherer e.V. (VdS)
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)
- Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes (VFDB)
- Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. (DVGW)
- Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW)
- Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (VBG)

Im folgenden werden die VdS-"Richtlinien für den Brandschutz in Kernkraftwerken" [21] wegen ihrer umfassenden Anforderungen ausführlicher behandelt. Die weiteren Bestimmungen und Richtlinien werden ähnlich den DIN-Normen nur tabellarisch aufgeführt. Der Auswahl relevanter Bestimmungen und Richtlinien wurden die Zusammenstellungen in der IRS-Praxisbeschreibung [22] und in den KTA-Regeln 2101 (Abschnitt 2.3.1 bis 2.3.4) zugrundegelegt.

2.5.2 VdS-Richtlinien für den Brandschutz in KKW

Die Richtlinien sind eine Kurzfassung der "Internationalen Richtlinien für den Brandschutz in Kernkraftwerken" der Nationalen Pools und Vereinigungen für die Versicherung von Kernrisiken (siehe Abschnitt 2.6.5) unter besonderer Beachtung der deutschen Verhältnisse. Die wesentlichen Aussagen und Anforderungen werden nachfolgend unter den in Abschnitt 2.3.1 genannten Gesichtspunkten diskutiert.

Auslegungskonzept:

Die Brandschutzmaßnahmen entsprechen den Erfordernissen eines umfassenden Versicherungsschutzes. Sie gehen daher über den Schutz der sicherheitstechnisch wichtigen Anlagen hinaus, um hohe Sach-

schäden und Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Besonderes Gewicht wird dabei einer automatischen Branderkennung und Brandbekämpfung beigemessen.

Brandverhütung:

Um die Menge an brennbaren Stoffen gering zu halten, wird die Verwendung nichtbrennbarer oder schwerentflammbarer Betriebsstoffe empfohlen. Unvermeidbare brennbare Betriebsstoffe sind besonders zu sichern durch:

- bauliche Abtrennung von Ölbehältern und Schutz gegen Explosionswirkungen
- Aufstellen von H_2 -Vorratsbehältern und Füllsystem an brandschutztechnisch geschützter Stelle in einem belüfteten Lagerraum mit Vorrichtungen zur Leckageüberwachung, Auslaufsicherung und Verhinderung von Explosionen
- Schweißen von Leitungssystemen für brennbare Flüssigkeiten und Gase oder besondere Sicherung von Verschraubungen
- Verwendung von geprüften, nahtlosen Rohren mit Abnahmezeugnis für Drucksysteme und brandsichere Verlegung getrennt von anderen Leitungen
- Doppelrohrsysteme (oder vergleichbar sichere) für Steuerkreisläufe mit nicht schwerentflammbaren Hydraulikflüssigkeiten und besondere Sicherung von Dichtungen
- Leckageüberwachung der Lager von Dampfturbinen, Generatoren, größeren Motoren und Pumpen sowie des Steuersystems
- Leckagebegrenzung bei Vorräten an brennbaren Flüssigkeiten und Gasen
- Auffangen und Ableiten von Ölen, bei größeren Mengen in feuerbeständig abgetrennte Behälter.

Gebäude sind aus nichtbrennbaren Baustoffen nach [13] zu erstellen. Abgehängte Decken, Zwischenböden, Wandverkleidungen und ihre Befestigungen sowie Dämmstoffe sollen nichtbrennbar sein. Lüftungs- und Klimakanäle und freiverlegte Abflußrohre sollen aus nichtbrenn-

barem Material hergestellt werden. Fußböden sollen nichtbrennbar sein oder aus schwerentflammbarem unmittelbar auf Beton oder Stein verlegten Material bestehen. Die Verwendung von Kunststoffen ist in Bereichen mit korrosionsgefährdeten Instrumenten und Einrichtungen zu beschränken; Einbauten sind aus nichtbrennbarem Material zu errichten.

Branderkennung:

Brandmeldeanlagen müssen vom Verband der Sachversicherer anerkannt sein. Für Früherkennung eignen sich im allgemeinen Rauchmelder. Entsprechend den besonderen Betriebsgefahren können auch Wärme- oder Flammenmelder eingesetzt werden. Zur Vermeidung von Fehlalarmen bzw. Fehlauslösungen von Löschanlagen empfiehlt es sich, die Melder im Zwei-Schleifen-System anzuordnen.

Eine Raumüberwachung ist insbesondere für folgende Bereiche vorzusehen:

- Kabelkanäle, -schächte und -böden
- Rangierverteiler
- Schalt- und Notwarte
- EDV- und Instrumentenräume
- Schalt- und Relaisräume
- wichtige oder feuergefährdete, während des Betriebes nicht be-
gehbare Räume.

Für eine Objektüberwachung kommen in Betracht:

- Turbogruppe und Ölversorgung
- Speisewasserpumpen
- Schalt- und Elektronikschränke
- Hilfskessel
- Notstrom-Dieselanlage
- Umformergruppen
- Filterkammern
- Abluftschächte

Die Alarmmeldung muß an einer ständig besetzten Stelle einlaufen, z.B. zentrale Warte. Mindestens die Sammelmeldung muß auf dem Schaltpult angezeigt werden.

Über die Brandmeldeanlagen können verschiedene Funktionen gesteuert werden, wie z.B.

- Löschanlagen und Löschwasserversorgungspumpen
- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
- Klima- und Belüftungsanlage (Zuluft)
- Brandschutzschieber
- Brandschutzklappen in Lüftungsleitungen
- Filterabschlußklappen
- Einrichtungen zur zeitfolgerichtigen Registrierung von Meldungen der Brandschutzanlagen
- Alarmübermittlungsapparat mit Überwachungsanzeige für selektive, vorbereitete Alarmierung von eigenen Lösch- und Hilfskräften, Pförtner oder von fremden Feuerwehren usw.

Die ferngesteuerten Einrichtungen müssen auch von Hand an den Einsatzorten von sicherer Stelle aus bedienbar sein.

Die Funktionen sind auf dem Tableau mit anzuzeigen.

An Fluchtwegen und an besonders gefährdeten Anlageteilen sind zusätzliche Druckknopf-Feuermelder anzubringen.

Brandbekämpfung:

Das Löschwasserversorgungssystem ist so auszulegen, daß es unabhängig von der normalen Stromversorgung wirksam ist. Die Wasserversorgung muß aus einer unerschöpflichen und frostsicheren Quelle erfolgen. Sofern dies nicht möglich ist, ist mindestens eine Wasserlieferung von 3200 l/min über eine Zeitdauer von 90 min anderweitig sicherzustellen.

Auf dem Gelände ist um die Gebäude ein Löschwasser-Ringsystem mit mindestens 150 mm Nennweite (DN 150) zu errichten. Im Abstand von 60 bis 80 m sind Überflurhydranten vorzusehen.

In den Gebäuden sind zusätzlich Wandhydranten mit angeschlossenen Schläuchen und Mehrzweckstrahlrohren nach DIN 14 461 so zu installieren, daß jeder Punkt des Betriebes mit mindestens einem Strahlrohr erreicht werden kann. Die Wandhydranten sind so anzuordnen, daß sie im Brandfall sicher erreicht werden können. Günstig sind formbeständige Schläuche. Die Pumpen sind so auszuliegen, daß am Ringsystem ein Mindestfließdruck von 7 bar, an höchster Entnahmestelle am Strahlrohr noch ein Druck von 2,5 bar gewährleistet ist.

Amtlich zugelassene und den besonderen Betriebsgefahren entsprechende Feuerlöscher müssen in ausreichender Anzahl an gut sichtbarer und stets leicht zugänglicher Stelle angebracht sein. Die "Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern" - Form 2001 (Sachverband) - sind zu beachten.

Die besonders gefährdeten und brandbelasteten Bereiche sind durch vom Verband der Sachversicherer anerkannte Löschanlagen zu schützen. Als Löschanlagen kommen infrage:

- Sprinkleranlage als Naß- oder vorgesteuerte Trockenanlage
- Sprühwasser-Löschanlage
- CO₂-Löschanlage .

Solange nicht die örtlichen Verhältnisse eine andere Wahl des Löschsystems erforderlich machen, sind die Objekte wie folgt zu schützen:

- Sprinkleranlage als Naßanlage für Bereiche unter der Turbogruppe, Gebäude mit ungeschützten Tragwerken aus Stahl, Lagerräume und Werkstätten, Zwischendeckbereiche, sofern brennbare Stoffe in erheblichen Mengen vorhanden sind
- Sprinkleranlage als vorgesteuerte Trockenanlage für Warten,

EDV-Räumen (auch Prozeßrechner), sofern kein CO₂-Raumschutz vorhanden ist, Anlagen, die für die Sicherheit wichtig sind, wie Räume für Notkühlpumpen, Notstromdieselaggregate usw., wobei die Luftzufuhr für die Diesel nicht aus dem Raum angesogen, sondern über geschlossene Leitungen von außen zugeführt werden muß

- Sprühwasser-Löschanlagen für Kabelkanäle, -schächte und -böden, Turbinenöl-Aufbereitungsraum, Räume für Ölbehälter, hydraulisch gesteuerte Ventile in Dampfleitungen, wie Schnellschluß-, Steuer-, Umleit- und Entnahmeventile, einschließlich der benachbarten Druckleitungen (sofern brennbares Hydrauliköl verwendet wird), die Turbinen- und Generator-Lager, die dampfturbinengetriebenen Schmierölpumpen, ölgefüllte Transformatoren (die Leistungs-, Eigenbedarfs-, Hilfs- und Notstrom-Transformatoren), die durch Dampfturbinen angetriebenen Pumpen des Kernnotkühlsystems, die dampfgetriebenen Pumpen und Gebläse.

Bei der Bemessung der Bodenabläufe und Pumpensümpfe in Räumen mit Sprinkleranlagen oder Sprühwasser-Löschanlagen ist die mögliche Löschwassermenge zu berücksichtigen.

- CO₂-Löschanlage als Raumschutz für Kabelböden, sofern eine Sprinklerung nicht möglich ist, bzw. als Objektschutz für Notstrom-Dieselanlage, primäre Kühlmittelpumpen bzw. Kühlgasgebläse einschl. Antriebe, Umformergruppen, Schaltschränke.

Klima- und Belüftungsanlagen sollen vor oder spätestens mit dem Ausströmen des Löschmittels abgeschaltet werden.

Entsprechend der Betriebsgröße und den örtlichen Gegebenheiten ist eine Werkfeuerwehr einzurichten. Ausrüstung und Ausbildung sind entsprechend den Grundsätzen für Werkfeuerwehren sicherzustellen (siehe Landesgesetze über den Feuerschutz).

Alarmpläne und Feuerwehreinsatzpläne sind aufzustellen und mit der zuständigen öffentlichen Feuerwehr abzustimmen.

Zur Abfuhr von Brandrauch und Wärme, insbesondere der korrosiven Brandgase, sind in den Dächern der Brandabschnitte Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) vorzusehen. Die Bemessung der aerodynamisch freien Fläche ergibt sich aus den "Richtlinien für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Planung und Einbau" - (s.u.) -. Bei automatischen Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln dürfen die RWA nur von Hand betätigt werden.

Räume, bei denen der Einbau einer RWA nicht möglich ist, wie Rangierverteiler, und nicht durch Sprühwasser-Löschanlagen geschützte Kabelkanäle und -böden sind mit mechanischen Entqualmungseinrichtungen auszustatten. Die Anforderungen an die Auslösung und Funktionsbereitschaft müssen im Brandfall denen einer RWA entsprechen.

Brandeindämmung:

Die Gebäude sollen eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben (F 90 nach DIN 4102).

Die tragende Konstruktion unterhalb des Maschinenhausflurs ist in F 180 zu erstellen. Kraftwerksanlagen sind in Brandabschnitte zu unterteilen.

Durch einen Abstand von mindestens 15 m untereinander und von anderen Gebäuden oder durch Brandwände der Feuerwiderstandsklasse F 180 sind folgende Gebäude voneinander zu trennen:

- Reaktorgebäude
- Maschinenhaus
- Betriebsgebäude
- Hilfsanlagengebäude
- Aufbereitungsgebäude

Durch Brandwände F 180 sind mindestens folgende Betriebsbereiche abzutrennen:

- jeder Turbosatz bis 600 MW unterhalb des Maschinenhausflures
- jeder Turbosatz über je 600 MW vollständig
- die Schmierölaufbereitungsräume mit Förder-, Verteil- und Regeneriereinrichtung und etwaige Zwischentanks
- die Haupttanks der Schmierölversorgung (Turbinenölbehälter)
- die Notstromversorgung und die Notwarte
- die Treibstofflagerräume (Hilfsanlagenräume)
- die Systeme, die aus Sicherheitsgründen redundant ausgeführt sein müssen; diese müssen auch gegen Explosion aus dem Betrieb geschützt werden.

Innerhalb der Betriebsgebäude sind folgende Bereiche durch Wände und Decken mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten (F 90 nach DIN 4102) abzutrennen:

- Warten
- EDVA-Raum
- Instrumentenraum
- Elektroschaltraum
- Relaisraum
- Rangierverteiler
- Eigenbedarfsanlage
- Gas- und kleinere Ölversorgungsanlagen
- Kabelkanäle, -schächte und -böden
- Hilfskessel, ausgenommen Elektrokessel.

Aus Sicherheitsgründen redundant ausgeführte Systeme sind durch Bauteile mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten (F 90 nach DIN 4102) voneinander abzutrennen oder soweit voneinander entfernt zu installieren, daß im Brandfall die Funktionsfähigkeit der Gesamtanlage erhalten bleibt.

Steuer- und Nachrichtenkabel sind von Leistungskabeln durch Bauteile mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten (F 90 nach DIN 4102) getrennt zu verlegen. Große Elektroräume,

wie Elektronik- und Rangierverteilerräume sind mit F 90-Wänden zu unterteilen.

Kabelkanäle sind in kleinere Brandabschnitte von etwa 60 m Länge durch F 90-Bauteile zu unterteilen. Abgehende Kanäle und Schächte sind in gleicher Weise abzutrennen. An den Enden soll eine Abschottung vorgenommen werden.

Kabelbündel (Steuer-, Nachrichten- und Leistungskabel) dürfen nicht in einem gemeinsamen Kanal oder Schacht mit Öl-, Gas- oder Dampfleitungen verlegt werden. Freiliegende Kabelbündel in Gebäuden sind gegen betriebsbedingt mögliche Gefährdungen zu schützen. Für die Feuerwehr sind leicht erreichbare Zugänge zu den Kabelanlagen zu schaffen.

Durchgänge in Brandwänden der Feuerwiderstandsklasse F 180 sind durch Brandschutztüren der gleichen Feuerwiderstandsdauer oder durch Schleusen mit zwei hintereinander liegenden T 90-Türen zu schützen.

Kabeldurchbrüche durch Decken und Wände mit einer nach diesen Richtlinien erforderlichen Feuerwiderstandsklasse sind mit bauaufsichtlich zugelassenen Abschottungen der gleichen Feuerwiderstandsklasse zu sichern. Bei Kabeldurchtritten sind die Kabelpritschen nicht als durchgehende Träger auszubilden. Im übrigen sind die "Richtlinien für den Brandschutz bei freiliegenden Kabelbündeln innerhalb von Gebäuden sowie in Kabelkanälen und -schächten - Form 2013 Sachverband -" zu beachten.

Durchbrüche für Rohrleitungen in den nach diesen Richtlinien erforderlichen Wänden und Decken sind bis an die Rohrwandung mit Beton zu verfüllen. Rohre, die ihre Eigenbeweglichkeit behalten müssen, sind in Mantelrohre mit beidseitigem Überstand von je 0,5 m zu verlegen. Der Ringraum ist mit Asbestwolle oder dergleichen zu verstopfen.

Lüftungsleitungen und Klimakanäle sind im Bereich von Brandwänden

und sonstigen Wänden und Decken der Feuerwiderstandsklasse F 90, soweit sie nach diesen Richtlinien erforderlich sind, durch selbsttätig wirkende Brandschutzklappen K 90 zu sichern.

Lüftungsleitungen der Feuerwiderstandsklasse L 90 benötigen keine Brandschutzklappen, wenn sie nach dem "Musterentwurf der bauaufsichtlichen Richtlinien über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsleitungen in Gebäuden - Fassung Februar 1977 -" errichtet werden.

Rauchabzugskanäle sind bei Führung durch andere Brandabschnitte entsprechend der Feuerwiderstandsdauer der Brandabschnitte auszuführen.

Dehnungsfugen sind mit nichtbrennbaren Stoffen abzudichten und zu verkleiden.

Organisatorische Maßnahmen:

Für jedes Kraftwerk ist bereits für die Planungsphase eine ausgebildete Brandschutz-Fachkraft zu benennen.

Sie ist zur Bauplanung hinzuzuziehen. Ihr obliegt die Planung der betrieblichen Brandschutzmaßnahmen und die regelmäßige Kontrolle der Brandschutzeinrichtungen sowie der Kontakt zu den öffentlichen Feuerwehren, die Aufstellung einer Brandschutzordnung, der Alarmpläne und der Feuerwehreinsatzpläne.

Sie ist zuständig für die Genehmigung von brandgefährlichen Arbeiten und die Einhaltung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen, für Ordnung und Sauberkeit im Betrieb sowie für die Ausbildung der Mitarbeiter im Brandschutz. Sie veranlaßt die Kennzeichnung der Angriffs- und Rettungswege.

Alle Brandschutzmaßnahmen sind mit dem Versicherer abzustimmen.

2.5.3 Weitere VdS-Vorschriften und Richtlinien

Form	Ausgabe	Titel
1000	(1/80)	Allgemeine Sicherheitsvorschriften der Feuer- versicherer für Fabriken und gewerbliche An- lagen (ASF)
1001	(1/80)	Brandverhütungsvorschriften für Fabriken und gewerbliche Anlagen (P = Papier und K = Karton) deutsch
1012	(12/75)	Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen bis 1000 Volt
1014	(1/73)	Sicherheitsvorschriften für die Ausführung von Schweiß-, Schneid-, Löt- und Auftauar- beiten jeder Art in feuer- oder explosions- gefährlicher Umgebung - deutsch
2000	(1/73)	Betrieblicher Brandschutz
2001	(5/78)	Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Ar- beitsstätten mit Feuerlöschern
2005	(6/78)	Richtlinien für den Brandschutz "Elektrische Leuchten"
2006	(1/73)	Merkblatt für die Brandverhütung "Blitzschutzanlagen"
2007	(3/80)	Merkblatt Brandschutz in Räumen für elektro- nische Datenverarbeitungsanlagen (EDVA)
2008	(3/80)	Richtlinien für den Brandschutz bei Schweiß-, Löt- und Trennschleifarbeiten
2013	(5/73)	Richtlinien für den Brandschutz bei freilie- genden Kabelbündeln innerhalb von Gebäuden sowie in Kanälen und Schächten
2014	(1/73)	Erläuterungen zum Merkblatt "Brandschutz in Räumen für elektronische Datenverarbeitungs- anlagen (EDVA)"
2015	(9/77)	Elektrische Geräte und Einrichtungen Richtlinien für den Brandschutz
2016	(9/77)	Sofortmaßnahmen bei Korrosionsschäden nach Abbrand von PVC und anderen halogenhaltigen Stoffen
2021	(10/75)	Brandschutz bei Bauarbeiten Merkblatt zur Schadenverhütung
2022	(12/75)	Richtlinien für die Beurteilung von Korro- sionsschutzmitteln zur Verminderung von Korrosionsschäden nach einem Brand
2023	(4/76)	Brandschutzrichtlinien für die Errichtung

Form	Ausgabe	Titel
		elektrischer Anlagen in baulichen Anlagen aus vorwiegend brennbaren Baustoffen
2024	(2/76)	Brandschutzrichtlinien für den Einbau elektrischer Betriebsmittel in Einrichtungs- gegenständen
2025	(9/77)	Brandschutz in Kabel-, Leitungs- und Strom- schienenanlagen
3000	(1/78)	Hinweise zur Wartung von Sprinkleranlagen
3002	(11/73)	Richtlinien für automatische Brandmeldean- lagen, Anforderungen und Prüfmethode für punktförmige Rauch- und Wärmemelder
3003	(6/78)	Richtlinien für Sprinkleranlagen - Planung und Einbau
3004	(6/74)	Vorschriften für die Errichtung und den Be- trieb ortsfester Kohlensäure-(CO ₂) Feuerlösch- anlagen
3005	(9/77)	Baustoffe, Bauteile, Sonderbauteile Katalog mit Angaben über Brandverhalten nach DIN 4102, 3. Auflage
3006	(1/77)	Richtlinien für automatische Brandmeldean- lagen - Planung und Einbau
3008	(7/76)	Richtlinien für Hauptmeldeanlagen von Be- wachungsunternehmen
3010	(3/79)	Richtlinien für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) - Planung und Einbau
3012	(2/78)	Richtlinien für CO ₂ -Feuerlöschanlagen Anforderungen an elektrische Steuereinrichtung
3013	(11/78)	Richtlinien für Sprinkleranlagen Anforderungen und Prüfmethode für Strömungs- melder
3014	(11/78)	Richtlinien für Sprinkleranlagen Anforderungen und Prüfmethode für Rohrhalte- rungen
3015	(5/80)	Richtlinien für Sprinkleranlagen Elektrische Schaltschränke

2.5.4 VDE-Bestimmungen und Vorschriften

VDE	Teil	Ausgabe	Titel
0100		(05/73)	Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
0101		(04/71)	Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV
0105	T 1	(05/75)	Betrieb von Starkstromanlagen, Allgemeine Bestimmungen
0132		(05/65)	Merkblatt für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe
0165		(08/69)	Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten
0170	T 1	(05/78)	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche, Allgemeine Bestimmungen
0265		(05/62)	Vorschriften für Kabel mit Gummi- oder Kunststoffisolierungen sowie mit Bleimantel für Starkstromanlagen
0271		(02/76)	Bestimmungen für Kabel mit Isolierung und Mantel aus Kunststoff auf der Basis von PVC für Starkstromanlagen
0510		(01/77)	Bestimmung für Akkumulatoren und Batterie-Anlagen
0530	T 1	(11/72)	Bestimmungen für umlaufende elektrische Maschinen, Allgemeines
0530	T 3	(09/78)	Bestimmungen für umlaufende elektrische Maschinen, Dreiphasen-Turbogeneratoren
0532	T 1	(11/71)	Bestimmungen für Transformatoren und Drosselspulen, Transformatoren
0660	T 2	(08/69)	Bestimmungen für Niederspannungsschaltgeräte, Bestimmungen für Hilfsstromschalter mit Nennspannungen bis 500 V Wechselspannung und bis 600 V Gleichspannung
0710	T 1	(03/69)	Vorschriften für Leuchten mit Betriebsspannungen unter 1000 V, Allgemeine Vorschriften
0800		(05/70)	Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen einschließlich Informationsverarbeitungsanlagen, Allgemeine Bestimmungen
0800	T 2	(04/73)	Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen einschließlich

VDE	Teil	Ausgabe	Titel
			Informationsverarbeitungsanlagen, Besondere Bestimmungen für Erdungen
O833	T 1	(11/78)	Bestimmungen für Gefahrenmeldeanlagen, Allgemeine Bestimmungen

2.5.5 VFDB-Richtlinien

Nr.	Ausgabe	Titel
O501	1962	Technische Richtlinien für die Errichtung und den Betrieb ortsfester Feuerlöschanlagen mit dem Löschmittel Kohlen-säure
O502	1962	Technische Richtlinien für die Errichtung und den Betrieb ortsfester Feuerlöschanlagen mit dem Löschmittel Löschpulver (seit 1965 als Vornorm DIN 14492)
O503	1962	Technische Richtlinien für die Errichtung und den Betrieb ortsfester Feuerlöschanlagen zum Schutze von Tankanlagen mit dem Löschmittel Luftschaum (seit 1965 als Vornorm 14493)
O504	1965	Richtlinien für die Errichtung und den Betrieb von ortsfesten Sprühwasser-Löschanlagen mit offenen Düsen (seit 1968 als Vornorm DIN 14494)
O505	1969	Richtlinien für ortsfeste Feuerlöschanlagen mit Löschmittel Leichtschaum
O506	1970	Richtlinien für ortsfeste Feuerlöschanlagen mit dem Löschmittel Mittelschaum, Verschäumungszahl 50-150
O507	1970	Richtlinien für ortsfeste Feuerlöschanlagen mit dem Löschmittel Schwerschaum, Verschäumungszahl zwischen 4 und 20
O508	1973	Richtlinien für die Berieselung von oberirdischen Behältern zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten im Brandfalle.

2.5.6 Sonstige Vorschriften und Richtlinien

Bezeichnung	Ausgabe	Titel
-------------	---------	-------

DVGW-Arbeitsblätter:

302		Bemessung von Rohrleitungen
W 331		Hydrantenlinien
W 405		Wasserversorgung im Brandschutz

VDEW-Richtlinien:

1970	Verhinderung und Bekämpfung von PVC-Bränden in Kernkraftwerken und elektrischen Anlagen
------	--

VBG-Unfallverhütungsvorschriften:

VBG 1	(1977)	Allgemeine Vorschriften
VBG 5	(1951)	Kraftmaschinen
VBG 7a	(1951)	Arbeitsmaschinen
VBG 15	(1953)	Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeiten
VBG 17	(1974)	Druckbehälter
VBG 125	(1980)	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz

2.6 Internationale Vorschriften und Richtlinien

2.6.1 Übersicht

In diesem Abschnitt soll der internationale Stand der Erkenntnisse zum Brandschutz in Kernkraftwerken abgegrenzt werden. Dabei werden als Beispiel für ausländische nationale Regelungen die amerikanischen Vorschriften und die schwedischen Empfehlungen unter den Gesichtspunkten gemäß Abschnitt 2.3.1 zusammengefaßt. Als internationale Richtlinien werden der kürzlich erschienene IAEA-Safety Guide und die Richtlinien der Nationalen Pools und Vereinigungen für die Versicherung von Kernrisiken behandelt.

2.6.2 US-Regelungen

Als grundlegende kernkraftwerksspezifische Brandschutzregelungen werden hier zu jedem Gesichtspunkt der Reihe nach erörtert:

- Federal Regulations 10 CFR 50
Fire Protection Program for Operating Nuclear Power Plants [23]
- USNRC Regulatory Guide 1.120
Fire Protection Guidelines for Nuclear Power Plants [24]
- ANS Standard N 18.10
Fire Protection Criteria for Safety-Related Systems, Structures and Equipment for Water-Cooled and -Moderated Nuclear Power Generating Plants [25].

In 10 CFR 50 sind auch die "Recommandations Related to Browns Ferry Fire" [26] berücksichtigt.

Auslegungskonzept:

10 CFR 50 fordert in § 50.48: Jedes Kernkraftwerk muß einen Brandschutzplan haben, der das umfassende Brandschutz-Auslegungskonzept beschreibt, die Verantwortlichkeiten für das Konzept und dessen Realisierung klärt und die Vorkehrungen für Brandverhütung, Branderkennung, Brandbekämpfung und Brandeindämmung sowie die zugehörigen administrativen Kontrollen und personellen Anforderungen erläutert. Die Maßnahmen werden auf die sicherheitstechnisch wichtigen Bauteile, Systeme oder Komponenten bezogen, die das sichere Abschalten des Reaktors gewährleisten.

Die allgemeinen Entwurfskriterien für Kernkraftwerke sind in Appendix A zu 10 CFR 50 niedergelegt. Kriterium 3 "Fire protection" besagt: Sicherheitstechnisch wichtige Bauteile, Systeme und Komponenten sollen so ausgelegt und angeordnet werden, daß unter Einbeziehung anderer Sicherheitsanforderungen die Wahrscheinlichkeit und Auswirkung von Bränden und Explosionen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Nichtbrennbare und hitzebeständige Materialien sind überall in der Anlage zu verwenden, wo es praktisch möglich ist, besonders aber in solchen Bereichen wie der Sicherheitshülle und der Schaltwarte. Ausreichende und geeignete Branderkennungs- und Brandbekämpfungseinrichtungen sind vorzusehen und so auszulegen, daß Brandschäden an sicherheitstechnisch wichtigen Bauteilen, Systemen und Komponenten auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben. Brandbekämpfungseinrichtungen sind so auszulegen, daß ihr Ausfall, Bruch oder ihre Fehlauslösung nicht die Sicherheitsfunktion dieser Bauteile, Systeme und Komponenten beeinträchtigt.

Zur Erfüllung dieses Kriteriums 3 werden spezielle Brandschutzmaßnahmen für ältere Kraftwerke (vor Januar 1979 in Betrieb) in Appendix R zu 10 CFR 50 "Fire Protection Program

for Nuclear Power Facilities Operating Prior to January 1, 1979" gefordert: Das Brandschutzprogramm soll das Schutzkonzept für sicherheitstechnisch wichtige Brandabschnitte darlegen mit

- Verhütung von Brandentstehung
- Schnellem Erkennen, Kontrollieren und Löschen entstehender Brände
- Schutz sicherheitstechnisch wichtiger Bauteile, Systeme und Komponenten, so daß nicht sofort gelöschte Brände das sichere Abschalten nicht verhindern.

Eine Brand-Störfallanalyse soll durchgeführt werden, um

- mögliche örtliche oder transiente Brände zu betrachten
- die Konsequenzen von Bränden an beliebiger Stelle für die Schnellabschaltfähigkeit und die Minimierung und Kontrolle von Radioaktivitätsfreisetzungen zu bestimmen
- die Maßnahmen der Brandverhütung, Branderkennung, Brandbekämpfung, Brandeindämmung und alternative Abschaltmöglichkeiten für jeden Brandabschnitt mit sicherheitstechnisch wichtigen Bauteilen, Systemen und Komponenten zu spezifizieren.

Nach Reg.Guide 1.120 [24] muß trotz aller bei der Auslegung getroffenen Maßnahmen immer mit Bränden gerechnet werden. Daher sind stationäre Brandmelde- und Feuerlöschanlagen in ausreichender Leistungsfähigkeit und Kapazität dort einzubauen, wo potentielle Brandschäden ein sicheres Abschalten der Anlage gefährden können. Zusätzlich sind Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung in der ganzen Anlage vorzusehen, mit denen ordnungsgemäß ausgebildete Feuerwehrleute den Umfang von Bränden eindämmen können. Ein einziger Ausfall im Brandschutzsystem oder den Versorgungseinrichtungen darf nicht den Brandschutz beeinträchtigen; daher sind z.B. der Pumpenteil der Löschwasserversorgung sowie die Stromversorgung und Bedienungselemente redundant auszulegen.

Angenommene Brände oder Ausfälle von Brandschutzeinrichtungen brauchen nicht gleichzeitig mit anderen Einwirkungen von innen oder außen betrachtet zu werden. Allerdings müssen Brandschutzeinrichtungen bei Einwirkungen mit höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (einmal in 10 Jahren) einsatzfähig bleiben. Eine minimale Wasserversorgung aus den Schlauchanschlüssen für Handbetrieb ist auch bei Sicherheitserdbeben für Bereiche sicherzustellen, die zum Abschalten wichtige Anlagenteile enthalten.

Im ANS-Standard N 18.10 [25] werden spezielle Brandschutzvorkehrungen gefordert für:

- Reaktor-Schutzsystem
- Sicherheitssysteme, Teile des Reaktorsicherheitsbehälters und andere zur Beherrschung von Unfällen erforderliche Systeme
- Systeme, die radioaktives Inventar kontrollieren oder einschließen
- Hilfssysteme oder -einrichtungen zum Betrieb sicherheitstechnisch wichtiger Systeme.

Als Anforderungen sollen betrachtet werden:

- Branderkennung
- Brandlokalisierung
- Auslösung lokaler Feueralarme
- Organisatorische Maßnahmen
- Auslösung von Kontrollfunktionen für Abschlüsse, Klappen, Lüftungssysteme oder für den Betrieb von Systemen
- Überwachung der Stromversorgung, automatischen Komponenten, Wasserversorgung, Gas- oder Schaumversorgung oder anderer kritischer Elemente und Anzeige eines gestörten Betriebs
- Abschottung sicherheitstechnisch wichtiger Systeme oder Einrichtungen durch bauliche Maßnahmen und/oder räumliche Trennung

- Verhinderung zusätzlicher Brandgutfreisetzung bei Brand
- Notmaßnahmen für den Brandfall mit zugehörigen Übungen und Ausrüstungen.

Brandverhütung:

Zur Brandverhütung enthält Appendix R von [23] folgende Anforderungen:

- Identifizierung örtlicher Brandrisiken und geeigneter Schutzvorkehrungen
- Identifizierung beweglicher Brandrisiken aus Normalbetrieb, Wartung, Instandsetzung und geeigneter Schutzvorkehrungen
- Administrative Kontrollen in sicherheitstechnisch wichtigen Bereichen zwecks Begrenzung der Verwendung und Handhabung brennbarer Güter, Lagerung nur in besonders feuergeschützten Bereichen, Vermeidung "wandernder" Brandlasten während Betrieb und Wartung
- Kontrolle der Zündquellen durch zeitlich begrenzte Erlaubnis für Schweiß-, Schneid- und Schleifarbeiten
- Kontrolle der Verlagerung brennbarer Güter nach ausgeführten Arbeiten
- Kontrolle spezieller brennbarer Güter, wie Holz und Verpackungsmaterialien; Holz ist feuerhemmend zu behandeln, Verpackungsmaterial ist zu bewachen oder in Metallcontainern aufzubewahren
- Ausrüstung der Kühlmittelpumpen mit einem Ölversorgungssystem, das so ausgelegt ist, daß Lecks oder Brüche nicht zu einem Brand während Normalbetrieb oder Auslegungsstörungen führen. Leckagen in drucklosen und Drucksystemen müssen aufgefangen und in einen Auffangbehälter für den gesamten Ölinhalt abgeleitet werden.

Darüber hinaus sind in Reg.Guide 1.120 [24] allgemeine Anlagenrichtlinien zur Brandverhütung enthalten:

- Teile von Innenwänden, Wärmedämmstoffe, Strahlenschutzstoffe, schallschluckende Materialien müssen nichtbrennbar oder von einer Landesprüfstelle als mindestens schwerentflammbar eingestuft sein.
- Dachkonstruktionen mit Metalldeckung und abgehängte Decken mit Aufhängungen müssen nichtbrennbar sein.
- Transformatoren in sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden müssen trocken ausgeführt oder mit nichtbrennbarer Flüssigkeit isoliert und gekühlt werden. Ölgekühlte Transformatoren müssen von sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden mit 15 m Mindestentfernung aufgestellt und durch öffnungslose Wände mit 180 min Feuerwiderstandsdauer getrennt sein.
- Speicherung großer Gasmengen ist in sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden unzulässig.
- Die Verwendung von Kunststoffen, insbesondere PVC oder Neoprene, ist auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- In Kabeltrassen sind in höchstens 3 m Abstand Brandstopstellen vorzusehen.

Der ANS-Standard fordert keine weitergehenden detaillierten Brandverhütungsmaßnahmen.

Branderkennung:

Nach 10 CFR 50, Appendix R [23] sind automatische Branderkennungseinrichtungen dort zu installieren, wo ein Brand sicherheitstechnisch wichtige Systeme oder Komponenten gefährdet. Die Branderkennungseinrichtungen müssen mit Netz- und Notstrom arbeiten.

Gemäß [24] sind Feuermeldeeinrichtungen nach geltenden Normen auszuführen. Sie müssen akustischen und optischen Alarm auslösen und in der Schaltwarte anzeigen. Feuermelder und Auslöseeinrichtungen sind an die Notstromversorgung anzuschließen.

Insbesondere sind Brandmeldeanlagen in folgenden Anlagenbereichen vorzusehen:

- örtlich in der Primär- und Sekundär-Sicherheitshülle je nach festgestellter Brandgefahr und zu erwartender Brandart; zusätzlich ein allgemeines Feuermeldesystem für die Sicherheitshülle mit Rauchmeldern im Umluftsystem
- Rauch- und Wärmemelder in der Schaltwarte, in den Schaltschränken und Pulten, im Anlagenrechnerraum, in den Schaltanlagenräumen und im Bereich sicherheitstechnisch wichtiger Schalttafeln
- Wasserstoffkonzentrationsmelder in den Räumen für Notstrombatterien
- im Bereich für Notstrom-Dieseleratoren, sicherheitstechnisch wichtige Pumpen
- im Lagerbereich für neuen Brennstoff, im Bereich des Brennelement-Lagerbeckens, im Gebäude für radioaktive Abfälle und in Dekontaminationsbereichen
- in Archivbereichen
- Rauch- und Wärmemelder in Lagerbereichen für trockene Ionentauscherharze.

Branderkennungs- und -meldesysteme mit Anzeigen in der Warte müssen nach [25] folgende Funktionen erfüllen:

- Auslösen der automatischen Melder
- Auslösen automatischer Löschanlagen

- Betrieb von Schaltern und Kontrollventilen im Feuerlöschsystem
- Auslösen von Gaskonzentrationsmeldern
- Anzeigen der Pumpenzustände
- Funktionsanzeigen der Löschwasser-Notversorgung
- Funktionsanzeigen des Feualarmsystems und anderer erforderlicher Brandschutzeinrichtungen.

Brandbekämpfung:

10 CFR 50, Appendix R fordert automatische Feuerlöscheinrichtungen zum Schutz redundanter sicherheitstechnisch wichtiger Systeme und Komponenten. Außerdem soll eine Betriebsfeuerwehr jederzeit vor Ort sein. Es sind zwei getrennte Löschwasserversorgungen mit Tank, Pumpe und Rohrleitung vorzusehen oder zwei getrennte Einspeisungen in einem oder mehr Einlaufbauwerken aus einem unerschöpflichen Reservoir. Jede Versorgung soll den maximalen Wasserbedarf für die Löschwasserleitung gemäß Brand-Störfallanalyse über 2 Stunden sicherstellen. In der Feuerlöschleitung sollen Ventile eingebaut werden, die eine bereichsweise Abtrennung für Wartungszwecke erlauben; außerdem müssen die Außenhydranten durch Ventile abtrennbar sein. Steigleitungen und Schlauchsysteme sind so vorzusehen, daß jede brandgefährdete Stelle erreicht werden kann.

Zur manuellen Brandbekämpfung ist eine Betriebsfeuerwehr mit mindestens 5 Mann je Schicht aufzustellen. Der Leiter und mindestens 2 Mann müssen spezielle anlagentechnische und feuerwehrtechnische Ausbildung haben. Die Mindestausrüstung muß persönliche Schutzgeräte, Kommunikationseinrichtungen, tragbare Beleuchtung, Entqualmungsgeräte und Feuerlöscher umfassen; mindestens 10 umluftunabhängige Masken sind für das Löschpersonal vorzuhalten. Durch ein Übungsprogramm aus

Ausbildungskursen und periodischen Instruktionen und Übungen in höchstens 3 monatigem Abstand ist die Schlagkraft zu gewährleisten. Hierfür sind Mindestanforderungen angegeben.

Detaillierte Anforderungen an die Werkfeuerwehr sind auch in [24] enthalten; hier wird zusätzlich eine Beteiligung der örtlichen Feuerwehr an den Übungen empfohlen. Für Anlagenbereiche mit fest installierten Feuerlöschanlagen werden ausreichende Bodenabflüsse gefordert. Automatische Sprinkleranlagen sind für Kabelwannen vorzusehen, Aktivkohlefilter sind ebenfalls durch stationäre Feuerlöschanlagen zu schützen. Eine Löschwasserringleitung für den erwarteten Wasserbedarf ist außerhalb der Gebäude unterirdisch, getrennt von Brauchwasser und Sanitärwasser zu verlegen. Feuerlöschpumpen sind redundant (3 x 50 % oder 2 x 100 %) und räumlich getrennt mit unabhängigen Antriebsaggregaten vorzusehen; mindestens eine Pumpe soll nicht elektrisch angetrieben sein. Zwei getrennte betriebssichere Wasserversorgungen mit Behältern von je mindestens 1 Million Liter oder zwei getrennte Einspeisungen aus Seen oder Süßwasserteichen sind erforderlich. In Abständen von ca. 75 m sind entlang der Ringleitung Hydranten aufzustellen. Automatische Sprinkleranlagen und Steigleitungen sind einzeln an die unterirdische Ringleitung anzuschließen; innerhalb der Gebäude sind auch zweifach eingespeiste Sammelleitungen für mehrere Löschanlagen oder Steigleitungen möglich. Zur Löschwasserversorgung in den Gebäuden sind auf allen Stockwerken Wandhydranten in höchstens 30 m Abstand aufzustellen. Bei Halon-Feuerlöscheinrichtungen ist nur zugelassenes Löschmittel mit der notwendigen Mindestkonzentration zu verwenden, bei CO₂-Löschanlagen sind mögliche Sekundärschäden durch Kälteschock und die Personalsicherheit zu beachten. Im Sicherheitsbehälter sind stationäre automatische Löschanlagen z.B. für Schmieröl- oder Hydraulikflüssigkeitssysteme, für Hauptkühlmittelpumpen, Kabelwannen und Aktivkohlefilter vorzusehen. Der Betrieb der Löschanlagen darf sicherheitstechnisch wichtige Systeme nicht beeinträchtigen. An strategisch günstigen Stellen sind mobile Feuerlöscher und Wandhydranten für manuelle Brandbekämpfung aufzustellen. In der Schaltwarte und im Anlagenrechnerraum

sind mobile Löschgeräte (Wasser und Halon) sowie Schlauchanschlüsse vorzusehen. Gegen Brände in Kabelverteilungen sind automatische Sprühflut- oder Sprinkleranlagen, ggf. auch Schaum- oder Gaslöschanlagen einzubauen. Automatische Schaum- oder Sprinkleranlagen sind für Bereiche der Notstromdiesel gefordert.

Im ANS-Standard werden vorwiegend automatische Feuerlöschanlagen empfohlen, um möglichst rasche Wirkung ohne Verzögerung durch spätes Erkennen und Reagieren oder Fehlhandlungen zu erzielen. Als Löschmedium wird Wasser bevorzugt. Hinsichtlich der Anwendungsbereiche der unterschiedlichen Löscheinrichtungen sind die Empfehlungen weitgehend deckungsgleich mit denen in [24].

Brandeindämmung:

Nach 10 CFR 50, Appendix R [23] ist ein Brand so einzudämmen, daß eine Redundanz von Sicherheitssystemen zum Abfahren und Unterkritischhalten des Reaktors von der Warte oder Notsteuerstelle aus unbeschädigt bleibt und die zum Abfahren und Unterkritischhalten erforderlichen Systeme in 72 Stunden repariert werden können. Eine Eindämmung durch bauliche Maßnahmen kann durch Brandabschottung von Kabeln Komponenten und zugehörigen nicht sicherheitstechnisch wichtigen Leitungen mit einer Feuerwiderstandsdauer von 3 Stunden oder durch einen horizontalen Abstand von mindestens 20 Fuß ohne dazwischenliegende Brandlast oder durch einen Einschluß mit der Feuerwiderstandsdauer von 1 Stunde bei zusätzlichem Einbau von Meldern und einer automatischen Feuerlöschanlage erfolgen.

Im Reg. Guide 1.120 [24] werden grundsätzlich zur Brandeindämmung getrennte Brandabschnitte für jeden redundanten Teilsicherheitsstechnischer Einrichtungen gefordert. Diese Brandabschnitte sind aufgrund des vorliegenden brennbaren Materials für Auslegungsbrände, die zur nachhaltigsten Beeinträchtigung der Redundanz führen, auszulegen. Es sind Brandwände mit genügender Trennung der Redundanzen zu errichten.

Spezielle Anforderungen sind:

- Öffnungslose Wände mit einer Feuerwiderstandsdauer von 3 Stunden und 15 m Mindestabstand zur Abschirmung bei ölgefüllten Transformatoren
- Fußböden, Wände und Decken mit einer Feuerwiderstandsdauer von 3 Stunden zur Begrenzung oder Trennung von Brandabschnitten; Abdichten oder Schließen von Durchbrüchen mit gleicher Feuerwiderstandsfähigkeit (Kabeldurchführungen, Kabelwannen, Rohrdurchführungen, Türen, Feuerschutzklappen)
- Treppenhäuser, Fahrstühle und Schächte mit einer Feuerwiderstandsdauer von 3 Stunden und Feuerschutztüren mindestens wie an den Gebäudeeingängen
- Feuerlöschpumpen mit Antriebsaggregaten in Räumen mit einer Brandwand der Feuerwiderstandsdauer von 3 Stunden
- Schutz der Schaltwarte, der Schaltanlagenräume und des Anlagenrechnerraumes durch Fußböden, Wände und Decken mit der Feuerwiderstandsdauer von 3 Stunden
- Abtrennung der Batterieräume von anderen Anlagenbereichen durch Barrieren mit mindestens 3 Stunden Feuerwiderstand, einschließlich aller Durchführungen und Öffnungen
- Abtrennung sicherheitstechnisch wichtiger Anlagenbereiche gegenüber Turbinenölanlagen durch eine Brandwand mit 3 Stunden Mindestbelastbarkeit
- Abtrennung der Notstrom-Dieseleratoren untereinander und gegen andere Anlagenbereiche durch Brandwände mit 3 Stunden Feuerwiderstandsdauer
- Abtrennung von Dieselöllagerbereichen für mehr als 4000 l durch 15 m Abstand von Gebäuden mit sicherheitstechnisch

wichtigen Einrichtungen durch Bauteile mit 3 Stunden Feuerwiderstandsdauer oder durch Eingraben im Boden

- Abtrennung von Gebäuden und Räumen mit sicherheitstechnisch wichtigen Pumpen durch Brandwände mit 3 Stunden Feuerwiderstandsdauer
- Abtrennung des Gebäudes für radioaktive Abfälle und der Dekontaminationsbereiche von den übrigen Anlagenbereichen durch Brandwände mit einer Belastbarkeit von 3 Stunden

In ANS N18.2 [25] sind Anforderungen an den Brandschutz von Bauteilen und Komponenten enthalten, die mit den Anforderungen aus [24] weitgehend abgedeckt sind. Einige spezielle Anforderungen betreffen Steuer- und Leistungskabel:

- Trennung von Kabeln in der Warte durch metallische oder nicht-brennbare Abschottungen
- in der Warte vorgelagerten Kabelverteilungsräumen sind Kabel durch Abschottungen mit der Feuerwiderstandsdauer von 1 Stunde abzutrennen
- in anderen Kraftwerksbereichen sind ebenfalls Abschottungen mit 1 Stunde Feuerwiderstandsdauer vorzusehen.

Flucht und Rettung:

Die Forderungen in [23] beschränken sich auf die Ausrüstung der Werkfeuerwehr mit Schutzgeräten (siehe Brandbekämpfung) sowie eine Notbeleuchtung mit mindestens 8 Stunden Notstromversorgung für sicherheitstechnisch oder zum Angriff und zur Flucht wichtige Bereiche, ergänzt durch zusätzliche tragbare Lampen.

Die Zielrichtung von [24] ist der Schutz sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen, nicht primär der Personenschutz.

Daher werden hauptsächlich zur Ermöglichung einer wirksamen Brandbekämpfung folgende Maßnahmen gefordert:

- Rauch und korrosive Gase sind im allgemeinen direkt und automatisch an einen sicheren Ort nach außen abzublasen; dabei müssen radioaktives Material enthaltende Rauche und Gase im Brandabschnitt überwacht werden.
- Lüftungsanlagen, die Rauch und korrosive Gase abführen, sind zum Schutz der Einschließungsfunktion und Aufrechterhaltung der Begehrbarkeit auf die Möglichkeit unbeabsichtigter Inbetriebsetzung oder eines Einzelfehlers zu überprüfen.
- Treppen müssen als Notausgang und Zugang zur Brandbekämpfung deutlich gekennzeichnet werden.
- Rauch- und Wärmeabzüge werden für Bereiche mit Kabelverteilungen, Dieselöllagerung und Schalträumen empfohlen. Bei Umluftbetrieb ist mindestens 1 m^2 Lüftungsfläche für 200 m^2 Grundfläche, bei Zwangsbelüftung $8,5 \text{ m}^3/\text{min}$ je 20 m^2 Grundfläche sicherzustellen.
- Unabhängige Atemschutzgeräte mit Überdruck-Gesichtsmasken sind für Werkfeuerwehr, zur Schadensüberwachung und für das Wartpersonal bereitzustellen. Für jedes Gerät sind mindestens zwei zusätzliche Sauerstoffflaschen auf dem Gelände erforderlich sowie eine zusätzliche Sauerstoffreserve für 6 Stunden.
- Zum sicheren Abschalten im Brandfall und zur Beherrschung von Notfällen sind eine feste Notbeleuchtung mit mindestens 8 Stunden Notstromversorgung über Batterien sowie tragbare Handscheinwerfer erforderlich.
- Zur Kommunikation beim Noteinsatz sind fest installierte Fernmeldeeinrichtungen und fest installierte Verstärker für transportable Funkgeräte vorzusehen und vor Feuer zu schützen

- Zum Schutz des Wartenpersonals ist die Lüftungsanlage der Schaltwarte im Brandfall automatisch abzuschalten. Eine Entlüftung zur Sichtverbesserung sollte mit Handbetätigung möglich sein.

In ANS N18.10 [25] sind außer dem Hinweis auf Atemschutzgeräte keine Anforderungen im Hinblick auf Flucht und Rettung enthalten.

Organisatorische Maßnahmen:

Neben den bereits erwähnten Kontrollen im Rahmen der Brandverhütungsmaßnahmen und den regelmäßigen Instruktionen und Übungen der Werkfeuerwehr werden in [23] folgende Maßnahmen gefordert:

- Benennung eines Brandschutzbeauftragten, der für die Überprüfung der getroffenen Maßnahmen und Festlegungen zusätzlicher Maßnahmen verantwortlich ist
- Regelmäßige Inspektionen, um die Einhaltung der Vorkehrungen zu gewährleisten
- Kontrollhandlungen bei Entdeckung eines Brandes durch Betriebspersonal, Wartenführer und Werkfeuerwehr
- Festlegung von Brandbekämpfungsstrategien für jeden Bereich.

Nach Reg. Guide 1.120 [24] muß der Brandschutzbeauftragte ein Mitarbeiter auf höherer Geschäftsebene sein. Er kann die Aufstellung, Verwirklichung und Überwachung des Brandschutzprogramms an Mitarbeiter mit Ausbildung und Erfahrung im Brandschutz und in der Sicherheit von Kernenergieanlagen delegieren; diese überwachen:

- Gebäudeanordnung und Auslegung der Einrichtungen

- Auslegung und Instandhaltung von Brandmelde- und Brandbekämpfungseinrichtungen
- Brandverhütungsmaßnahmen
- Ausbildung von Betriebspersonal und Werkfeuerwehr für die Brandbekämpfung.

Es sind wirksame Verwaltungsmaßnahmen vorzusehen, um sicherzustellen, daß

- die Lagerung größerer Mengen von brennbarem Material während Betrieb und Wartung unterbleibt
- das Arbeiten mit Zündquellen nur unter Überwachung durch im Brandschutz ausgebildete Mitarbeiter erfolgt.

Die gesamten Brandschutzmaßnahmen unterliegen unabhängigen Kontrollen, insbesondere

- die Unterlagen über die Auslegung und Beschaffung in Übereinstimmung mit der Richtlinie
- die Anweisungen, Verfahrensvorschriften und Zeichnungen
- eingekauftes Material, Geräte und Dienstleistungen
- die vorgesehenen Prüfungen und die Prüfergebnisse sowie die Kennzeichnung der erfolgreich geprüften Punkte.

In ANS N18.10 [25] sind keine weiteren qualitätssichernden Maßnahmen angegeben.

2.6.3 Schwedische Empfehlungen

Die "Recommendations Regarding Fire Protection at Nuclear Power Plants" der Schwedischen Brandschutzvereinigung SBF [27] werden als eine relativ frühe Brandschutzrichtlinie diskutiert, die von den Grundsätzen her wegweisend war.

Auslegungskonzept:

Bei der Planung des Brandschutzes sind folgende Grundsätze zu beachten:

- brennbare Stoffe minimieren, besonders in Bereichen mit sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen
- mögliche Brandursachen ausschließen, u.a. Schutz der Beleuchtung und Explosionsschutz
- Flucht- und Angriffswege für die Brandbekämpfung vorsehen unter Beachtung der Risiken von Reaktorunfällen
- Bereiche mit normalerweise oder zeitweilig größerer Brandlast, durch die ein für die Reaktorsicherheit oder den Personenschutz gefährlicher Brand denkbar ist, mit stationären Löschanlagen versehen
- Bereiche mit Brandlast, deren Menge stationäre Löschanlagen nicht rechtfertigt, mit automatischen Brandmeldern versehen
- Wasserversorgung so auslegen, daß in jeder denkbaren Situation die Versorgung der stationären Löschanlagen und für die manuelle Brandbekämpfung sichergestellt ist, auch bei Ausfall der normalen Stromversorgung; eine ausreichende Anzahl von Außenhydranten und zusätzliche Wasserreservoirs für die Brandbekämpfung durch die öffentliche Feuerwehr selbst für ein katastrophales Brandereignis vorsehen

- Rauch- und Wärmeabzug unter Beachtung der Strahlengefährdung so vorsehen, daß eine für die Reaktorsicherheit notwendige Brandbekämpfung wirksam durchzuführen ist
- für eine wirkungsvolle und schnelle manuelle Brandbekämpfung Wandhydranten und tragbare Feuerlöscher vorsehen
- regelmäßige Übungen des Betriebspersonal in Brandbekämpfung, z.B. Alarmierung, Einsatz der Brandbekämpfungseinrichtungen, Auslösung von Löschanlagen und Lüftungsanlagen, Zusammenarbeit mit öffentlicher Feuerwehr
- Planung aller Brandschutzmaßnahmen in Abstimmung mit öffentlicher Feuerwehr, mit den mit Reaktorsicherheit befaßten Behörden, mit Versicherungen und Brandschutzsachverständigen.

Brandverhütung:

Zur Begrenzung der Brandlasten müssen Bauteile und Baustoffe (z.B. Wärmedämmung, Schalldämmung, Heizung, Lüftung, Sanitärinstallation) weitestgehend nichtbrennbar sein (Klasse A). Inneneinrichtungen sollen feuerfest (Klasse I) sein. Wenn zum Korrosionsschutz Kunststoffe für Lüftungsleitungen benutzt werden müssen, sollen diese schwerentflammbar sein. Rohrleitungen sollen mit nichtbrennbarem Material ummantelt sein, oder das Risiko der Brandweiterleitung ist anders zu reduzieren.

Fußbödenbeläge aus Bitumen oder Asphalt sollen nur verwendet werden, wenn die Unterkonstruktion im Brandfall intakt bleibt und ein Schmelzen des Belages nicht zu befürchten ist.

Zur Vermeidung von explosionsfähigen Gas-Luft-Gemischen bei gasgekühlten Turbogeneratoren sind Gastanks außerhalb von Gebäuden aufzustellen, Gasleitungen besonders auszulegen und zu schützen, Explosionsöffnungen möglichst nahe am zu erwartenden Explosions-

zentrum vorzusehen; einer Gasausbreitung ist durch Gefüllthalten von Ölleitungen und Lüftung gefährdeter Bereiche vorzubeugen.

Branderkennung:

Kernkraftwerke müssen vollständig mit automatischen Einrichtungen zur Betriebsüberwachung und allgemeinen Beobachtung der verschiedenen Bereiche ausgerüstet werden. Fehleranzeigen müssen schnell zur ständig besetzten Warte weitergeleitet werden. Daher sollte jeder Bereich, in dem ein Feuer ausbrechen kann, mit automatischen Brandmeldern ausgerüstet werden. Die Anforderungen an Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit der Melder müssen extrem hoch sein und müssen den Spezifikationen der nationalen Brandschutzüberwachung und der Vereinigung der Sachversicherer genügen.

Rauchmelder des Ionisationstyps sind normalerweise am empfindlichsten und reagieren am schnellsten, noch bevor eine gefährliche Wärme erzeugt ist. Dieser Meldetyp soll daher hauptsächlich gewählt werden. Da die Reaktion auf PVC-Brände weniger schnell ist, sind in Bereichen mit PVC-Brandlasten zusätzlich optische Rauchmelder zu installieren; diese reagieren besonders empfindlich auf den Rauch von PVC mit größeren Mengen HCl. Wärmemelders sind gebräuchlich in kleinen Räumen mit niedrigen Decken und in Bereichen, wo Schneid- und Schweißarbeiten ausgeführt werden.

Bei der Unterteilung des Alarmsystems sind die Brandabschnitte und dazu die Grenzen zwischen Räumen mit mehrfachen Systemen (Redundanzen) zu beachten.

Alle Bereiche in allen Brandabschnitten - ausgenommen vielleicht das Kühlwasserpumpenbauwerk - sollten mit Meldern ausgerüstet werden einschließlich der Bereiche mit langsam reagierenden Sprinkleranlagen und mit handbetätigten CO₂-Anlagen. Druckknopfmelder sind in jedem Geschoß an Treppen, in der Nähe von Wandhydranten und an anderen strategischen Punkten vorzusehen.

Brandbekämpfung:

Bereiche mit hoher oder relativ hoher Brandlast (z.B. Maschinenhaus, Notstromdieselgebäude, Kabelräume) sollen mit stationären Löschanlagen ausgerüstet werden, weil Zeit bis zum Eintreffen der Werkfeuerwehr verstreicht, Schwierigkeiten einer Verstärkung der Feuerwehr bestehen und die Werkfeuerwehr selbst zu klein ist für eine wirksame Brandbekämpfung. Als Löschmedien sollen vor allem Wasser, Schaum und CO_2 verwendet werden.

Sprinklersysteme sollen unter Berücksichtigung des zu verwendenden Typs, der Wasserversorgung und der Anforderungen an die Wasserbedeckung nach den Regeln der schwedischen Sachversicherer ausgelegt werden.

Zwei Typen sind geeignet:

Typ 1: Einzelauslösung der geschlossenen Sprinkler
(Nasse Leitung)

Typ 2: Gruppenauslösung bei offenen Sprinklern mit getrennter Wasserversorgung (Ventilauslösung durch schnell reagierende Melder - trockene Leitung).

Bei jedem Typ sollten spezielle Düsen für eine feine Wasserverteilung zusätzlich zu normalen Sprinklern zum Objektschutz bei hydraulischen Antrieben, Ölleitungen für Turbinenlager, Wasserstoff- und Ölversorgungen eingebaut werden. Die Bereiche mit Sprinkleranlagen müssen mit Löschwasserabflüssen versehen werden, bei kontaminiertem Wasser mit Ableitung in einen Sammel-tank.

Schaumlöschanlagen sind wegen fehlender schwedischer Richtlinien nach den amerikanischen NFPA-Standards auszulegen. Dabei ist die zur Vermeidung von Schäden an Komponenten und Bauteilen notwendige Schaummenge zu beachten. Es sind Deckenöffnungen zur Abfuhr von Luft und Rauchgasen bei ansteigendem Schaumspiegel vorzusehen.

CO₂-Löschanlagen sind im Prinzip nach den Anforderungen der schwedischen Brandschutzüberwachung auszulegen. Sie können, z.B. nach dem Alarm eines Rauchmelders, von Hand betätigt werden, wenn dies für die Sicherheit des Personals nötig ist.

Folgende stationäre Anlagen sollen eingebaut werden:

- Maschinenhaus:

Sprinkleranlage Typ 2 in allen Bereichen unter der Turbine, unter allen Zwischenböden und dort, wo Öl bei Rohrleitungsbrüchen freigesetzt werden kann. Sprinkleranlage Typ 1 im Ölaufbereitungsraum und im Raum für den Lageröltank.

Als Alternative Schaumlöschanlage, ggf. ergänzt durch Sprühwasser zur Kühlung an verschiedenen Punkten.

- Kabelkanäle, -schächte, -verteilungen:

Wassersprinkleranlage Typ 1 oder 2 oder Schaumlöschanlage oder CO₂-Löschanlage

- Notstromdieselgebäude:

CO₂-Löschanlage oder Schaumlöschanlage oder Sprinkleranlage Typ 1 oder 2 in Dieselmotorräumen und Öllagerräumen.

Wenn redundante Notstromdiesel in separaten Brandabschnitten untergebracht sind, kann vom Sicherheitsaspekt her von stationären Löschanlagen abgesehen werden.

Für die Brandbekämpfung sollen an strategischen Punkten Außenhydranten im Abstand von höchstens 75 m vorgesehen werden. Eine Ringleitung mit mindestens 150 mm Durchmesser soll eine Wassereinspeisung von beiden Richtungen erlauben.

Innenhydranten sollen nahe jeder Treppe in jedem Geschoss und an anderen von der Art des Bereichs und der Brandlast her kritischen Stellen angebracht werden, die Schlauchlängen von jedem Hydranten sollen 20 m nicht überschreiten. Trockene Steigleitungen sollen in den hohen Gebäuden, vor allem im Reaktorgebäude, in Treppenhäusern vorgesehen und in jedem Geschoss mit doppelten Schlauchanschlüssen ausgerüstet werden.

Die Löschwasserversorgung und -lagerung ist für eine volle Versorgung der größten Sprinkleranlage über deren vorgesehene Betriebsdauer bei gleichzeitiger Benutzung des Löschwassernetzes für die manuelle Brandbekämpfung durch die Feuerwehr auszulegen; der Bedarf für die Feuerwehr ist mit ca. 2000 l/min (8 C-Rohre) anzunehmen. Die Wasserversorgung kann durch das normale Wasserleitungssystem, wenn dies nicht ausreicht, durch zusätzliche Löschwasserleitungen oder durch ein völlig getrenntes Löschwassernetz erfolgen. In jedem Fall ist eine zweiseitige Versorgung der Hydranten sicherzustellen. Für den Fall von Rohrleitungsbrüchen sind Absperrventile vorzusehen, durch die eine unverminderte Versorgung der größten Sprinkleranlage bei zusätzlich 1000 l/min für die Feuerwehr erreicht wird. Löschwasserleitungen sollen aus Gründen der Korrosionsgefahr nicht mit Salzwasser gespeist werden. Die Feuerlöschpumpen müssen eine Notstromversorgung haben.

Zusätzlich zu den Innenhydranten sollen an den Stellen, die routinemäßig oder zu Reparaturzwecken begangen werden, tragbare Feuerlöscher vorgesehen werden:

- Wasser-Feuerlöscher (Typ A) für Feuer in Holz, Papier, Textil u.a.
- CO₂-Löscher (Typ B) für Feuer in brennbaren Flüssigkeiten und Kabeln
- Pulverlöscher (Typ BC II oder III) sollen nicht in kontrollierten Bereichen und bei empfindlichen elektrischen und elektronischen Einrichtungen benutzt werden.

Tragbare Feuerlöcher sind in maximal 1,5 m Höhe nahe den Ausgängen oder an den für eine rasche Brandbekämpfung günstigen Stellen aufzuhängen; ein geeigneter Feuerlöscher muß in höchstens 15 m erreichbar sein. Die Standorte der Feuerlöscher sind nach der betreffenden schwedischen Norm in einer Höhe von 2 - 2,5 m zu kennzeichnen.

Im Brandfall muß die für die Brandbekämpfung verantwortliche Person nach Rücksprache mit der Betriebsleitung entscheiden, in welchem Umfang die normale Lüftung weiterbetrieben werden kann. Die normale Lüftung reicht aber auch bei guter Luftwechselzahl nicht zur schnellen Entqualmung aus. In Bereichen höherer Brandlast sollten daher zusätzliche Vorkehrungen zum Rauch- und Wärmeabzug getroffen werden, die eine Brandbekämpfung ermöglichen und die Rauchausbreitung in benachbarte Bereiche begrenzen. Die notwendige Öffnungsfläche folgt z.B. aus der Größe, Art und Verteilung der Brandlast und beträgt 0,5 - 3 % der Grundfläche. Die Rauch- und Wärmeabzüge sollten von Hand zu öffnen und später wieder zu schließen sein.

Brandeindämmung:

Kernkraftwerke sind in Brandabschnitte zu unterteilen, um einer Brandausbreitung über eine gefährlich große Fläche vorzubeugen. Brandabschnitte können entweder aus Gebäuden bestehen, die vom Rest der Anlage abgetrennt sind oder aus Abschnitten eines Gebäudes, die voneinander durch Wände und Decken mit ausreichender Feuerwiderstandsdauer getrennt sind. Einzelne Brandabschnitte können durch das Lüftungssystem verbunden sein, wenn Vorkehrungen gegen eine Brand- und Rauchausbreitung auf diesem Wege getroffen sind. Ein Brandabschnitt oder eine Gruppe von Abschnitten mit getrennter Lüftung wird als Brandschutzzone bezeichnet; ihre Begrenzung fällt mit der eines Brandabschnittes zusammen.

Parallel oder redundant vorhandene Sicherheitssysteme sind in getrennten Brandschutzonen oder Brandabschnitten unterzubringen oder in ausreichendem Abstand im selben Brandabschnitt.

Auf der Grundlage einer Sicherheitsanalyse sind Brandschutzonen und Brandabschnitte festzulegen.

Brandschutzonen sind z.B.:

- Reaktorsicherheitsbehälter

- Reaktorgebäuderingraum
- Hilfsanlagengebäude
- Maschinenhaus
- Notstromdieselgebäude
- Schaltanlagengebäude, Teil A
- Schaltanlagengebäude, Teil B
- Verwaltungsgebäude
- Gebäude für Abfälle
- Werkstatt- und Lagergebäude
- Kühlwasserpumpenbauwerk.

Folgende Bereiche können als eigene Brandabschnitte ausgelegt werden

- Treppenräume und andere Fluchtwege, Aufzugsschächte
- Bereiche mit parallelen oder redundanten System zum Abfahren des Reaktors
- Bereiche, die nach ihrer Funktion, Größe, Brandlast, Bedeutung, Flucht- und Angriffswegen u.s. weine brandschutztechnische Einheit bilden (z.B. Büros, Warte, Aufenthaltsräume, Verteilungsräume, Kabelräume und -schächte u.s.w.

Bauteile die Brandabschnitte umschließen, sollen normalerweise Klasse A 60 sein (maximal 50 Mcal/m² Brandlast bezogen auf Umfassungsbauerteile). Dies gilt auch für Türen und Abschlüsse in der Begrenzung. Bei größerer Brandlast ist Klasse A 60 zulässig, wenn die Brandabschnitte mit wirksamen stationären Löschanlagen ausgerüstet werden.

Bauteile sollen nichtbrennbar (Klasse A) sein. Deckenkonstruktionen sind so auszulegen, daß das Risiko einesteilweisen oder völligen Einsturzes und daraus folgender Schäden im Brandfall weitgehend ausgeschlossen ist.

Kabeltrassen sollen an den Grenzen getrennter Räume abgeschottet werden (horizontal und vertikal). Kabeldurchführungen durch Wände sind sorgfältig mit nichtbrennbarem Material abzuschotten.

Flucht und Rettung:

Die allgemeinen Anforderungen der schwedischen Bauordnung an Fluchtwege gelten auch für Kernkraftwerke. Normalerweise darf die zu einem Fluchtweg gehörige Einzugsfläche 600 m^2 nicht überschreiten, in nicht durch Wände unterteilten gut überschaubaren Bereichen 2.400 m^2 . Die Anforderungen hinsichtlich rascher Evakuierung sind strikt zu beachten, besonders in Bereichen mit CO_2 -Löschanlagen.

Treppenhäuser und Aufzugsschächte sind vom übrigen Gebäude mindestens durch Bauteile der Klasse A 60 zu trennen. Alle Fluchtwege sind deutlich zu kennzeichnen mit Nummer des Geschosses und Richtung zum Notausgang. Notstromversorgte (mindestens für 30 min!) Notbeleuchtung ist vorzusehen. Der örtliche Feuerwehrleiter ist bei der Festlegung der Angriffswege für die Brandbekämpfung zu Rate zu ziehen; es ist für jeden Brandabschnitt zu prüfen, ob die normalen Verkehrswege ausreichen oder zusätzliche Angriffswege erforderlich sind, z.B. besonders bei Kabelkanälen.

Organisatorische Maßnahmen:

Die Empfindlichkeit von Kernkraftwerken gegen Feuer aufgrund der Strahlengefährdung und der Verfügbarkeit erfordert eine besondere Wartung und einen hohen Standard der Brandschutzmaßnahmen.

Automatische Brandmelder, stationäre Löschanlagen, Brandabschnittsunterteilungen, Abschlüsse, Klappen, Lüftung und Rauch- und Wärmeabzug sind wiederkehrenden Prüfungen und Tests zu unterwerfen. In regelmäßigen Abständen sind tragbare Feuerlöscher und Hydranten zu überprüfen. Die Belegschaft muß so ausgebildet sein, daß jede Person schnell und wirkungsvoll bei Brandgefahr oder einem Brand reagiert.

Jedes Kraftwerk soll einen Brandschutzoffizier haben, der für einen bestmöglichen Brandschutz sorgt einschließlich der perfekten Betriebsbereitschaft aller Brandbekämpfungseinrichtungen. Er kann durch ein Brandschutzkomitee oder einen hauptamtlichen Brandschutzingenieur unterstützt werden. In Zusammenarbeit mit dem Leiter der öffentlichen Feuerwehr sind Brandbekämpfungspläne aufzustellen und auf neuestem Stand zu halten. Der Leiter der öffentlichen Feuerwehr hat die Aufgabe, regelmäßig das Kraftwerk zu inspizieren, um z.B. das Vorhandensein brennbarer Stoffe zu kontrollieren.

Bei Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten durch Fremdpersonal ist eine schriftliche Erlaubnis für Schneiden, Schweißen u.ä. erforderlich. Durch Schulung der Belegschaft und regelmäßige Kontrollgänge ist in allen Teilen des Kraftwerks ein ordnungsgemäßer Zustand sicherzustellen, z.B. Geschlossenhalten von Türen, Freihalten von Rettungswegen, Entfernen von Verpackungsmaterial, Rauchen nur in erlaubten Bereichen.

2.6.4 IAEA-Richtlinien

Der IAEA Safety Guide "Fire Protection in Nuclear Power Plants" [28] ist deshalb besonders bedeutsam, weil er unter Mitwirkung von Vertretern praktisch aller Herstellerländer von Kernkraftwerken entstanden ist. Er gibt den derzeitigen gemeinsamen Nenner des internationalen Standes der Erkenntnisse im Brandschutz bei Kernkraftwerken wieder.

Auslegungskonzept:

Ziel des Brandschutzes in Kernkraftwerken ist es sicherzustellen, daß die Einrichtungen zum

- sicheren Abfahren des Reaktors
- Unterkritischhalten
- Begrenzen der Strahlungsgefährdung

durch das auslösende Ereignis Brand nicht unzulässig beeinträchtigt werden.

Dazu ist durch die Auslegung ein angemessener Schutz unter den drei Aspekten

- Brandverhütung
- Branderkennung und -bekämpfung
- Brandeindämmung

anzustreben.

Bei der Auslegung des Kraftwerks ist die Menge der brennbaren Stoffe durch die Verwendung gebräuchlicher nichtbrennbarer Stoffe und, falls diese nicht vorhanden sind, schwerentflammbarer Stoffe so gering wie möglich zu halten. Auslegung und Konstruktion sollen gewährleisten, daß Betrieb und Störungen keinen Brand verursachen. Sicherheitstechnisch wichtige Komponenten, deren Versagen oder Fehlfunktion zur Aktivitätsfreisetzung führen kann, sind gegen Natureignisse mit möglicher Brandfolge auszulegen. Die Verwendung und Lagerung brennbarer Stoffe in der Nähe solcher Komponenten ist zu vermeiden oder zu kontrollieren. Arbeiten, durch die ein Brandrisiko entsteht, sind nach Inbetrieb-

nahme des Reaktors nur auf schriftliche Anweisung unter Kontrolle durchzuführen.

Durch Branderkennungs- und Brandbekämpfungseinrichtungen ist ein ~~rechtzeitiger~~ Alarm und ein schnelles Löschen des Brandes zum Schutz sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten vor nachteiligen Auswirkungen zu ermöglichen. Versagen oder ungewollte Auslösung von Löscheinrichtungen darf die Funktion sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten nicht nennenswert beeinträchtigen. Ereignisse, die wirklich gleichzeitig mit einem Brand zu erwarten sind, sind bei der Auslegung der Brandbekämpfungseinrichtungen zu berücksichtigen. Brände brauchen jedoch nicht mit unwahrscheinlichem und unabhängigem Versagen von Sicherheitssystemen oder Reaktorunfällen postuliert zu werden.

Postulierte Brände sind in allen Bereichen mit sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten zu untersuchen. Die sicherheitstechnisch wichtigen Systeme sind so gegen die Brandwirkungen zu schützen, daß die Sicherheitsfunktionen von den verbleibenden Systemen unter Beachtung von Einzelfehlern erfüllt werden; ggf. sind zusätzliche Systeme vorzusehen. Brandbekämpfungssysteme und unterstützende Systeme wie Rauchabzüge, Lüftung, Entwässerung müssen unabhängig von den entsprechenden Systemen in anderen Brandabschnitten sein.

Im einzelnen sind folgende Schritte zur Verwirklichung des Brandschutzprogramms nötig:

- Kraftwerksauslegung

Zusammenstellung der brennbaren Stoffe und Überprüfung der Gefährdung von Sicherheitssystemen, ggf. Reduktion oder andere Anordnung

- Brandabschnittsbegrenzung

Zur Verhinderung einer Brandausbreitung von einem Brandabschnitt in einen anderen ist die Begrenzung gegen postulierte Brände auf der einen oder anderen Seite auszulegen: die Feuerwiderstandsdauer muß entweder größer als die Branddauer oder bei

Vorhandensein von aktiven Einrichtungen größer als die Dauer bis zum Löschen des Brandes sein. Öffnungen in oder Durchführungen durch die Begrenzung müssen die gleiche Feuerwiderstandsdauer haben.

- Brand-Störfallanalyse

Die Anforderungen an den Feuerwiderstand von Brandabschnittsbegrenzungen, Abschottungen und Brandbekämpfungseinrichtungen sind aus einer Brandstörfallanalyse zu ermitteln, wobei in allen Brandabschnitten sicherheitstechnisch wichtige Komponenten zu ermitteln sind, die Art der Brandschutzmaßnahmen festzulegen ist, der erforderliche Feuerwiderstand der Abschnittsbegrenzungen zu ermitteln ist.

Bei der Brand-Störfallanalyse wird unterschieden zwischen Brandabschnitten, in denen alle Brandlasten verbrennen können und die Sicherheitsfunktionen von Komponenten in anderen Brandabschnitten erfüllt werden, und solchen, in denen durch räumliche oder bauliche Trennung sowie durch aktive Maßnahmen ein Schutz der mindestens erforderlichen Sicherheitssysteme erreicht wird. In beiden Fällen sind mögliche Folgewirkungen von Bränden zu berücksichtigen, z.B. die Wirkung von Wärme, Rauchgas, Löschmittel, elektrisches Versagen, mechanische Beschädigungen, schädliche Wirkungen auf das Personal.

Brandverhütung:

Die brennbaren Stoffe sind bei der Planung zu erfassen und nach ihrer Brennbarkeit und schädlichen Folgewirkungen zusammenzustellen, einschließlich vorübergehender Brandlasten.

Bauteile und Einrichtungen sollen, soweit praktikabel, aus nichtbrennbarem Material bestehen. Dichtungsmaterial, Anstriche, Beschichtungen, Beläge, Leitungen, abhängte Decken mit Aufhängungen sollen aus geprüftem nichtbrennbarem Material bestehen.

Die Verwendung von Kunststoffen, die korrosive Verbrennungsprodukte erzeugen, ist besonders in Bereichen mit elektrischen und elektronischen Einrichtungen zu vermeiden. Isolierstoffe sind gegen Eindringen von Öl oder anderen brennbaren Flüssigkeiten oder explosionsfähigen Gemischen durch Ummantelung zu schützen. Kunststoff- oder andere Beläge sollen direkt auf nichtbrennbaren Oberflächen verlegt werden.

In sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden sind brennbare Stoffe nur in der für den Betrieb erforderlichen Mindestmenge zu lagern; größere Vorräte sind außerhalb dieser Gebäude zu halten. Wasserstofftanks und -verteilungen sollten sich (gut belüftet) an abgeschirmter Stelle außerhalb sicherheitstechnisch wichtiger Gebäude befinden. Meßgeräte sollten Druck und Reinheit des Wasserstoffs im Generatorkühlsystem anzeigen.

Wasserstoffgefüllte Systeme müssen vor dem Füllen mit inertem Gas gespült werden. Batterieräume sind mit separater Abluft ins Freie zu versehen. Systeme mit brennbaren oder entflammbaren Flüssigkeiten und Gasen sind mit einem hohen Zuverlässigkeitsgrad auszulegen, um Leckagen vorzubeugen. Sicherheitseinrichtungen zur Begrenzung von Leckagen und Leckagenableitung für den Fall eines Lecks sind vorzusehen.

Gebäude mit sicherheitstechnisch wichtigen Systemen sind durch Blitzschutzeinrichtungen gegen mögliche Brandentstehung durch Blitz zu schützen.

Während des Betriebs, einschließlich Revisionsphasen, ist das Einbringen von brennbaren Stoffen in sicherheitstechnisch wichtige Bereiche und das Entfernen daraus zu kontrollieren; Transportwege und -mittel sind zu beachten. Leckagen bei brennbaren Stoffen müssen unverzüglich entdeckt und abgestellt werden. Lager mit brennbaren Flüssigkeiten und Gasen sind regelmäßig zu inspizieren und inventarisieren, um Leckagen zu erkennen. In Bereichen, wo sich explosionsfähige Gasgemische bilden kön-

nen, ist die Konzentration regelmäßig zu messen und beim Erreichen konservativer Grenzwerte zu warnen. Hitze und Funken erzeugende Arbeiten sind durch Arbeitserlaubnis zu kontrollieren; in der Nähe befindliche brennbare Stoffe sind zu entfernen oder zu schützen.

Branderkennung:

Sicherheitstechnisch wichtige Komponenten sind durch frühes Erkennen und wirksames Löschen von Bränden zu schützen. Für die Brandmeldeeinrichtungen gelten folgende Anforderungen und Empfehlungen:

- Jeder Brandabschnitt ist mit einer Brandmeldeanlage auszurüsten, die nach dem Brandrisiko des Abschnittes ausgewählt und entworfen ist.
- Die Meldeanlage soll optisch und akustisch in der Warte und bei begehbaren Bereichen und solchen mit automatischen Löschanlagen auch vor Ort anzeigen.
- Das Brandmeldesystem ist an die Notstromversorgung anzuschließen.
- Die nach der Art der freigesetzten Verbrennungsprodukte geeignete Meldeart ist bei der Auslegung nachzuweisen.
- Bei der Anordnung der Melder sind der Luftstrom durch die Lüftung oder Druckdifferenzen aus Strahlenschutzgründen zu berücksichtigen.
- Bei der Melderauswahl ist die Umgebung, z.B. Strahlungsfelder, Feuchtigkeit, Temperatur, Luftstrom, in Rechnung zu stellen.
- Wenn erforderlich, sind durch die Meldeanlage Feuerlöschpumpen, Sprinkleranlagen, Lüftungsanlagen, Brandschutzklappen u.a. zu steuern.

Brandbekämpfung:

Die Brandbekämpfung erfolgt durch stationäre Löschanlagen und manuell zu betätigende Geräte. Wo Brandbekämpfung wichtig ist, um einen ausreichenden Schutz sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten zu gewährleisten, sind die Löschanlagen und die erforderlichen Hilfssysteme nach dem Einzelfehlerkriterium auszulegen. Alle automatischen Löschanlagen sollen möglichst auch von Hand zu betätigen sein.

Die Löschwasserversorgung soll folgenden Anforderungen und Empfehlungen genügen:

- Die Löschwasserringleitung ist so auszulegen, daß sie den angenommenen Löschwasserbedarf deckt.
- Absperrventile mit Stellungsanzeige sollen das Absperrren von Teilen der Löschwasserleitung ermöglichen; das Schließen eines Ventils darf nicht die Funktion des Brandbekämpfungssystems eines Bereichs außer Kraft setzen.
- Die Löschwasserringleitung soll von Betriebswasser- oder Sanitärwasserleitungen getrennt sein.
- Bei Mehrblockanlagen kann die Ringleitung für mehrere Blöcke genutzt werden.
- Es sind redundante Feuerlöschpumpen mit unabhängiger Überwachung und Stromversorgung vorzusehen.
- Die Löschwasserversorgung ist auf der Basis der größten erforderlichen Löschwassermenge für die Mindestzeit (z.B. 2 Stunden) bei Betrieb der größten Sprinkleranlage und gleichzeitiger manueller Brandbekämpfung im betreffenden Brandabschnitt zu ermitteln; dabei ist der erforderliche Mindestdruck zu beachten.
- Zwei getrennte Wasserquellen sind vorzusehen, von denen mindestens eine auch bei Naturereignissen verfügbar bleibt, oder eine unerschöpfliche (See, Fluß a.ö.) mit zwei unabhängigen Einspeisungen. Werden nur Tanks benutzt, sind 2 x 100% mit angemessener Auffülldauer und Möglichkeit einer gleichzeitigen Entnahme vorzusehen.

- Eine gemeinsame Wasserversorgung für Brandbekämpfung und Wärmesenke ist für die zusätzliche Löschwassermenge zu bemessen und darf die Sicherheitsfunktion der Wärmesenke nicht beeinträchtigen.
- Das Löschwasser für Sprinkleranlagen muß ggf. chemisch behandelt und gefiltert werden.

Hydranten sind so anzuordnen, daß alle Brandabschnitte voll abgedeckt sind. Schläuche und Strahlrohre sind wie nach der Brand-Störfallanalyse erforderlich vorzuhalten; sie müssen mit den internen und externen Löscheräten kompatibel sein. Gebäudeleitungen müssen einen unabhängigen Anschluß an die Löschwasserringleitung mit Absperrventil haben.

Für Löschanlagen gilt folgendes:

- In Brandabschnitten mit hoher Brandlastdichte oder schwieriger Brandbekämpfung sind Löschanlagen vorzusehen, und zwar Wasser-Löschanlagen oder Gas-Löschanlagen (CO_2 oder Halon).
- Die Art der Löschanlage ist nach der Ansprechzeit, der Art der vorhandenen Brandlast, der Möglichkeit von Temperaturschocks und den Folgen des Betriebs für Menschen oder Sicherheitssysteme auszuwählen (z.B. Wasser für hohe Kabelbrandlasten, Gas für Kontrollräume und andere elektrische Anlagen).
- Bei Wasser-Löschanlagen sind empfindliche Einrichtungen vor Wasserschäden zu schützen durch Sammeln und Abführen, ggf. in kontrollierte Tanks.
- Bei Auslösung von Gas-Löschanlagen ist das Personal frühzeitig zu warnen.
- Gas-Löschanlagen eignen sich nicht für Bereiche, in denen Kühlung erforderlich ist.
- Gas-Löschanlagen sind nur in Bereichen zu verwenden, für die eine erforderliche Konzentration über die Löschdauer sichergestellt ist.
- Von Hand betätigte Löschanlagen sind so auszulegen, daß sie in der bis zur Handauslösung erforderlichen Zeit dem Feuer widerstehen.

- Elektrische Auslösesysteme und die Stromversorgung der Löschanlagen sind gegen Brand zu schützen oder außerhalb des Brandabschnittes anzubringen. Melder und zugehörige elektrische Systeme müssen auch bei einem postulierten Brand funktionieren.

Das Kraftwerk ist mit einer ausreichenden Zahl geeigneter tragbarer Feuerlöscher auszurüsten, deren Platz klar zu kennzeichnen ist. Feuerlöscher sollen nahe bei Wandhydranten und längs den Flucht- und Rettungswegen stationiert werden. Tragbare Wasserlöscher müssen generell verfügbar sein. Schädliche Folgen bei Verwendung von Feuerlöschern sind zu beachten.

Als Hilfseinrichtungen für die Brandbekämpfung sind vorzusehen:

- geeignete feste Notbeleuchtung und zusätzlich Handlampen in allen Brandabschnitten
- ein festes Notkommunikationssystem mit zuverlässiger Stromversorgung
- Funkeinrichtungen einschließlich tragbarer Zwei-Weg-Geräte
- umluftunabhängige Atemschutzgeräte für das Einsatzteam der Werkfeuerwehr mit ausreichendem Sauerstoffvorrat.

Außerdem sind Rauchabzüge zur Abfuhr der Verbrennungsprodukte, Verhinderung der Brandausbreitung und zur Ermöglichung der Brandbekämpfung in Bereichen mit großen Kabelbrandlasten, großen Mengen brennbarer Flüssigkeiten und begehbaren Bereichen sinnvoll, ggf. auch in kontrollierten Bereichen, sofern die Aktivitätsfreisetzung in zulässigen Grenzen bleibt oder eine unzulässige Freisetzung durch überwachten Betrieb der Rauchabzüge verhindert werden kann.

Brandeindämmung:

Durch die Kraftwerksauslegung sollen sicherheitstechnisch wich-

tige Systeme von unzulässigen Brandereignissen isoliert und untereinander so getrennt werden, daß ihre Sicherheitsfunktion nicht durch Brand verhindert wird. Dies ist anhand einer detaillierten Brand-Störfallanalyse nachzuweisen.

Jeder Brandabschnitt soll ein unabhängiges Lüftungssystem haben; wenn Teile davon durch andere Brandabschnitte gehen und nicht wirksam durch Klappen abgeschlossen werden können, sind sie mit gleichem Feuerwiderstand wie dieser Brandabschnitt auszuführen. Bei gemeinsamer Lüftung für mehrere Brandabschnitte soll die Konstruktion der Ventilatorräume, Filterräume und Leitungen eine Ausbreitung von Hitze und Rauch verhindern. Wenn Sicherheitssysteme durch brennbare Filter gefährdet sind, müssen die Filter durch Brandschotten von anderen Einrichtungen getrennt und vor Brandwirkungen geschützt werden; vor und hinter den Filtern sind in den Leitungen Melder einzubauen. Frischluftöffnungen von Brandabschnitten sind von Abluftöffnungen anderer Brandabschnitte getrennt anzuordnen.

Bereiche mit größeren Kabelbrandlasten sollen von anderen Einrichtungen durch Brandschotten getrennt werden, desgleichen Schaltanlagen. In der Warte, die Einrichtungen verschiedener Sicherheitssysteme enthält, sollen redundante Sicherheitssysteme bei nicht ausreichender räumlicher Trennung mit nichtbrennbarem Material abgeschottet werden. Die Notsteuerstelle ist analog zu schützen. Sie muß in ausreichendem räumlichen Abstand von der Warte liegen. Im Reaktorinnenraum sind ebenfalls nichtbrennbare Baustoffe für Bauteile und Abschottungen zu verwenden und redundante Systeme durch ausreichenden Abstand zu trennen.

Flucht und Rettung:

Angemessene Fluchtwege für das Personal und Angriffswege für Löschteams sind einzuplanen und deutlich zu kennzeichnen. Jeder Weg soll mit einer zuverlässigen Beleuchtung und geeigneter Alarmanlage ausgestattet sein. Ein zuverlässiges Kommunikationssystem ist für die Flucht- und Angriffswege vorzusehen.

Begehbare Bereiche sollen Rauchabzüge haben. Treppenhäuser, die als Angriffs- und Fluchtweg dienen, sollen mit Überdrucklüftung zur Rauchfreihaltung versehen werden.

Organisatorische Maßnahmen:

Zur Qualitätssicherung bei den Brandschutzmaßnahmen sind Prüfungen während der Planung, Errichtung und dem Betrieb des Kraftwerks erforderlich; sie sollen sicherstellen, daß

- alle Brandschutzanforderungen erfüllt werden
- alle Brandschutzeinrichtungen den Spezifikationen und Zeichnungen genügen und möglichst geprüft sind
- Melde- und Löscheinrichtungen der Auslegung genügen und Betriebstests bestanden haben
- Brandverhütungsmaßnahmen im Betrieb ergriffen, Melde- und Löscheinrichtungen getestet und das Personal in der Bedienung geschult wird.

Zusätzliche administrative Kontrollen sind vorzusehen:

- grundlegende Kontrolle der Brandabschnitte vor der Kernbeladung auf Brandlasten
- Kontrolle von Arbeiten, die die Integrität von Brandbekämpfungseinrichtungen und Brandabschnitten beeinträchtigen können
- Kontrolle von Arbeiten, die einen Brand verursachen können
- Wiederholungsprüfungen von Melde- und Löscheinrichtungen

Zum wirksamen Einsatz der Löschkräfte sind Notmaßnahmen für den Brandfall vor Inbetriebnahme vorzubereiten. Ebenso sind Ausbildungsprogramme und Test- und Wartungsprogramme für die Melde- und Löscheinrichtungen auszuarbeiten. Die Aufgabenverteilung von Betriebspersonal, Löschteams und Werkfeuerwehr sowie öffentlicher Feuerwehr sind festzusetzen. Betriebspersonal, Löschteams und Werkfeuerwehr sollen mit der öffentlichen Feuerwehr koordiniert werden.

2.6.5 Internationale Richtlinien der Sachversicherer

Die "International Guidelines for the Fire Protection of Nuclear Power Plants" [29] stellen eine Überarbeitung der Richtlinien von 1974 dar, die in den VdS-Richtlinien für den Brandschutz in Kernkraftwerken (Abschnitt 2.5.2) zusammengefaßt wurden. Hier soll daher nur auf einige wesentlich erscheinende Details eingegangen werden.

Auslegungskonzept:

Die Auslegung der Kernkraftwerke gegen Brandereignisse soll eine Gefährdung der für die Reaktorsicherheit wichtigen Systeme sowie des Kraftwerkspersonals durch einen Brand mit möglichen nuklearen Folgen verhindern und auch finanziellen Verlusten durch Schäden und Betriebsunterbrechung vorbeugen.

Die Auslegung erfolgt nach folgendem Verfahren:

- (1) Ermittlung
 - der unmittelbaren Gefahr von Brandschäden
 - der Folgeschäden wie z.B. Contamination, Korrosion
- (2) Festlegen von Vorkehrungen
 - zur Minimierung der Brandlasten
 - zur Verhütung des Brandausbruchs
 - zur Begrenzung der Brandausbreitung und Lokalisierung von Schäden.

Praktisch wird dazu in mehreren Schritten vorgegangen:

- Vertrautmachen mit den Anlagenfunktionen
- Feststellung der Brandgefahr aufgrund eines Inventars der vorhandenen gefährlichen Stoffe
- Minderung der Brandgefahr
- Feststellung der Brandlast der Gebäude
- Unterteilung in Brandabschnitte
- Minderung der Gefahr von Folgeschäden
- Minderung der Zündgefahren
- Brandbekämpfungskonzept
- Branderkennungs- und Alarmsystem
- Löschwasserversorgung
- Feuerlöscher
- Löschtrupps
- Ausrüstung der Werkfeuerwehr
- Zeitplan für den Brandschutz
- Brandschutz während der Bauphase
- Brandschutz bei und nach nuklearen Störfällen.

Brandverhütung:

Alle gefährlichen Stoffe sind mit ihrem Abbrandverhalten, ihrer schädigenden Wirkung, ihrer Menge, Lagerung und Verteilung im Brandabschnitt zu erfassen. Die Menge gefährlicher Betriebsstoffe soll so gering wie möglich gehalten werden durch

- Verwendung von Auslegungskonzepten, die ohne brennbare Stoffe auskommen
- Auslegung und Verlagerung der Einrichtungen mit brennbaren Stoffen
- Kontrollieren der brennbaren Stoffe durch Leckagevermeidung, -erkennung und -begrenzung sowie Belüftung und Ableitung.

Geeignete Vorkehrungen werden in den Richtlinien in Bezug auf die

verschiedenen gefährlichen Stoffe detailliert behandelt.

Die Menge der Brandlasten aus Baustoffen und Ausbaumaterialien ist zu reduzieren durch

- weitgehende Vermeidung von Kunststoffen, speziell PVC
- Verlegen von PVC-Bodenbelägen direkt auf nichtbrennbaren Oberflächen
- Verwendung ausschließlich nichtbrennbarer geprüfter Isolierungen
- Vermeidung der Brandausbreitung über Anstriche
- Verwendung nichtbrennbarer geprüfter Konstruktionen für abgehängte Decken
- nichtbrennbare Bauteile mit einer Feuerwiderstandsdauer $F \geq 90$
- unter dem Maschinenhausflur Stahlbeton-Konstruktion $F \geq 180$
- Dachkonstruktionen ausreichend standsicher und nur mit bituminösem oder Asphaltbelag, wenn dieser keiner höheren Temperatur ausgesetzt wird.

Die Gefahr einer Brandentstehung soll durch vorbeugende Maßnahmen in Bezug auf den Bau, die Einrichtungen und Installationen und den Betrieb des Kraftwerks gemindert werden. Diese Maßnahmen sind in den Richtlinien näher beschrieben und decken sich mit den in anderen Regeln angegebenen.

Branderkennung:

Es wird ein zentrales automatisches Branderkennungs- und Alarmsystem gefordert, das folgenden Anforderungen genügt:

- Meldung optisch und akustisch in der ständig besetzten Warte
- wesentliche Informationen zur Interpretation der Meldung in der Meldezentrale verfügbar
- automatische Anzeige von Brandausbrüchen durch ein System

örtlicher Melder

- Einbeziehung manuell zu betätigender Melder
- Zustandanzeigen und Kontrollinstrumente für Brandmeldung, Löschanlagen und Hilfssysteme in der Brandmeldezentrale
- örtlicher Feueralarm zur Lokalisierung des Brandausbruchs
- örtliche Warnung bei Einsatz von Gas-Löschanlagen
- Kommunikationsleitungen zu außerbetrieblichen Organisationen, z.B. öffentlicher Feuerwehr
- regelmäßige Funktionsprüfung der verschiedenen Meldesignale
- Auswahl der unabhängigen Melder nach örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen.

Die im einzelnen zu überwachenden Bereiche stimmen mit den in Abschnitt 2.5.2 aufgeführten überein.

Brandbekämpfung:

Entsprechend der Wertkonzentration in Kernkraftwerken, den möglichen direkten Verlusten und langfristigen Verlusten durch Nichtverfügbarkeit ist ein umfassendes Brandbekämpfungskonzept erforderlich. Die Zeit vom Brandausbruch bis zur Brandbekämpfung ist mit angemessenem Aufwand erheblich zu reduzieren; hierzu gehört:

- weitgehende automatische Brandbekämpfung von Erkennung bis zu Anzeige der Auslösung stationärer Löschanlagen
- Basisschutz durch automatische stationäre Löschanlagen
- zur frühestmöglichen Branderkennung zusätzlich zu den Branderkennungssystemen der automatischen Löschanlagen unabhängige brandlastspezifische Melder, z.B. Rauchmelder
- Ergänzung der stationären Brandbekämpfungseinrichtungen durch umfassende Möglichkeiten zur manuellen Brandbekämpfung.

Die im einzelnen durch stationäre Löschanlagen zu schützenden Bereiche entsprechen den in Abschnitt 2.5.2 genannten. Die ge-

eigneten Löschanlagen werden in den Richtlinien angegeben.

Die Löschwasserversorgung muß für den größten Wasserbedarf der Sprinklersysteme bei gleichzeitiger Entnahme von 3200 l/min für manuelle Brandbekämpfung ausreichen. Bei allen Gebäuden mit Sprinkler- oder Sprühwasser-Löschanlagen sind Löschwasserabflüsse vorzusehen; das Löschwasser ist vor der Ableitung auf radioaktive Stoffe zu überprüfen und ggf. in Abwassertanks zu leiten.

Ein zur Kühlung bei Kühlmittelverluststörfällen vorhandenes Sprühwassersystem für die Sicherheitshülle von LWR-Anlagen sollte auch zur Brandbekämpfung benutzt werden, jedoch nur im Falle eines größeren Brandes im Reaktorgebäude-Innenraum.

Zur manuellen Brandbekämpfung kann z.B. herangezogen werden

- ein Löschtrupp aus dem Schichtpersonal
- eine Werkfeuerwehr (bei Tag und im Alarmfall bei Nacht)
- eine öffentliche Feuerwehr mit Alarmtrupp
- eine Berufsfeuerwehr der nächsten Stadt.

Der Einsatz erfolgt nach detaillierten Einsatzplänen. Die Verantwortung für die Brandbekämpfungseinrichtungen und die Schulung des Personals liegt bei einem Brandschutzoffizier, dem auch die Koordinierung mit der öffentlichen Feuerwehr obliegt.

Im Rahmen der Schadensminderung und des Personenschutzes wird in den Richtlinien auch auf die Rauch- und Wärmeabfuhr detailliert eingegangen. Insbesondere werden separate Rauchabzugsanlagen für die verschiedenen Brandabschnitte, die räumliche Trennung von Zuluft- und Abluftöffnungen verschiedener Brandabschnitte, eine Überdrucklüftung in den Treppenträumen, Explosionsöffnungen in bestimmten Fällen empfohlen. Für den Kontrollbereich wird eine Rückführung der Rauchgase in das kontrollierte Lüftungssystem vorgeschlagen, sofern die Filter gegen Rauch

Hitze und korrosive Gase geschützt sind.

Brandeindämmung:

Wesentlich für die Brandeindämmung ist die physikalische Trennung bei:

- verschiedenen Reaktorblöcken von Mehrblockanlagen
- redundanten Sicherheitssystemen
- Angriffs- und Fluchtwegen
- konzentrierten Brandlasten
- konzentrierten Isolierungen
- Steuer-, Meß- und Leistungskabeln
- heißgehenden Leitungen und Kabeln.

Die trennenden Elemente müssen nach Feuerwiderstandsklasse und Leckdichtigkeit gewählt werden und umfassen

- Wände, Decken, Fußböden
- Abschottungen von Kabel- und Rohrdurchführungen
- Feuerschutzabschlüsse
- Feuerschutzklappen.

Die Anforderungen an die räumliche und bauliche Trennung von Gebäuden und Brandabschnitten und sonstigen Bereichen sind in Abschnitt 2.5.2 wiedergegeben.

Flucht und Rettung:

Hinsichtlich Flucht und Rettung wird auf die nationalen Vorschriften verwiesen. Die Fluchtwege sollen deutlich markiert sein und auch Betriebsfremden eine leichte Orientierung erlauben. Eine für mindestens 30 min notstromversorgte Notbeleuchtung ist vorzusehen. Die Werkfeuerwehr ist mit Schutzkleidung,

Atemschutzgeräten, Strahlenmeßgeräten und persönlichen Dosimetern auszurüsten.

Organisatorische Maßnahmen:

Die organisatorischen Maßnahmen betreffen alle Phasen der Planung, Errichtung und des Betriebs eines Kernkraftwerks. Sie umfassen:

- Interpretation der geltenden Vorschriften und Regeln
- Überprüfung der Auslegung des Brandschutzsystems
- Überprüfung der Sicherheitsaspekte und Wechsel in den Betriebsabläufen
- spezielle Erlaubnis für "heiße" Arbeiten
- Inspektion der Einrichtungen für den Brandfall
- Verbindungen zu außerbetrieblichen Organisationen
- Verbindungen zu Versicherungen
- Zusammenarbeit mit Behörden
- Inspektion und Wartung der Brandschutzeinrichtungen
- Organisation und Schulung der Werkfeuerwehr
- Einsatzplanung
- Brand- und Schadensuntersuchungen
- Überwachung von eventuellen Brandschutzbeeinträchtigungen
- Notmaßnahmen zur Minimierung der Schadensauswirkungen.

Verantwortlich für die Maßnahmen ist ein Brandschutzbeauftragter mit Brandschutz- und Strahlenschutz Erfahrung.

3. STAND DER BRANDSCHUTZPRÜFUNGEN

3.1 Allgemeine Grundlagen

Der Ablauf eines Brandes läßt sich hinsichtlich seiner Temperaturentwicklung vereinfacht in vier Abschnitte unterteilen:

- a) Zündphase (z.B. Zündung eines brennbaren Stoffes durch Kurzschluß oder Schweißperlen),
- b) Schwel- oder Teilbrand (z.B. in Form eines Papierkorbbrandes mit einer geringen Flammenausbreitung entsprechend den örtlichen Gegebenheiten),
- c) Erwärmungsphase des Vollbrandes (z.B. rascher Temperaturanstieg im Brandraum),
- d) Abkühlphase des Vollbrandes (z.B. Temperaturrückgang im Brandraum infolge des weit fortgeschrittenen Abbrandes der Brandlast).

Für den ungestörten Ablauf eines Brandes sind u.a. folgende Faktoren maßgebend:

- Zündenergie bzw. Zündquelle,
- Entflammbarkeit und Entzündbarkeit des Stoffes,
- Art und Höhe der Brandlast,
- Ventilationsverhältnisse (Sauerstoffangebot),
- Art und Ausbildung der angrenzenden Bauteile (u. ggf. Druckverhältnisse im Brandraum).

Aufgrund der Vielzahl der am realen Brandgeschehen beteiligten Einflußgrößen ist die brandschutztechnische Beurteilung von Baustoffen und Bauteilen nur anhand von Modellprüfverfahren möglich. Dabei wird vorausgesetzt, daß die einzelnen Risiken durch die modellmäßige Erfassung auf der sicheren Seite liegend abgeschätzt werden. Diese Voraussetzung ist naturgemäß nicht immer gegeben. So wird beispielsweise die Brennbarkeit von Baustoffen gemäß DIN 4102 Teil 1 prinzipiell auf die beiden o. g. Phasen a) und b) des Entstehungs-

brandes bezogen. Die Klassifizierung B 1 (schwerentflammbar) eines Baustoffs bedeutet somit nicht, daß dieser Stoff im Falle eines Vollbrandes nicht gut brennt. Es gibt viele geprüfte Stoffe dieser Art, die z.B. bei erschwerten Lüftungsbedingungen ganz anders abbrennen als nach den Prüfungen "landläufig" erwartet wird. Die Aussagefähigkeit von Brandschutzprüfungen über die Brennbarkeit von Stoffen ist somit grundsätzlich immer im Zusammenhang mit den tatsächlich vorliegenden Einbauverhältnissen und Randbedingungen im Bauwerk zu sehen.

Die Prüfung und Beurteilung von Bauteilen gemäß DIN 4102 Teil 2 erfolgt demgegenüber nur unter Einbeziehung der Erwärmungsphase des Vollbrandes. Für die Brandprüfung ist auf internationaler Ebene eine sogenannte "Einheitstemperaturzeitkurve" (ETK) mit einer logarithmisch ansteigenden Temperaturfunktion festgelegt. Die Abkühlphase des Vollbrandes wird nicht in die Prüfung einbezogen, d.h. die ETK ist ein sehr unvollständiges Modell eines realen Brandes. Prüfungen nach der ETK führen somit nicht in allen Fällen zu auf der sicheren Seite liegenden Beurteilungen. Das Letztere ist auch deshalb richtig, weil in der Brandprüfung nach DIN 4102 nur das Verhalten von Einzelbauteilen betrachtet wird; das Verhalten von Gesamtsystemen ist nicht Gegenstand der Norm. Diese Vorgehensweise hat bisher offenbar nur deshalb nicht zu besonderen Risiken geführt, weil Gesamtsysteme - verglichen mit Einzelbauteilen - meistens ein besseres, zumindest jedoch ein gleichwertiges brandschutztechnisches Verhalten aufweisen.

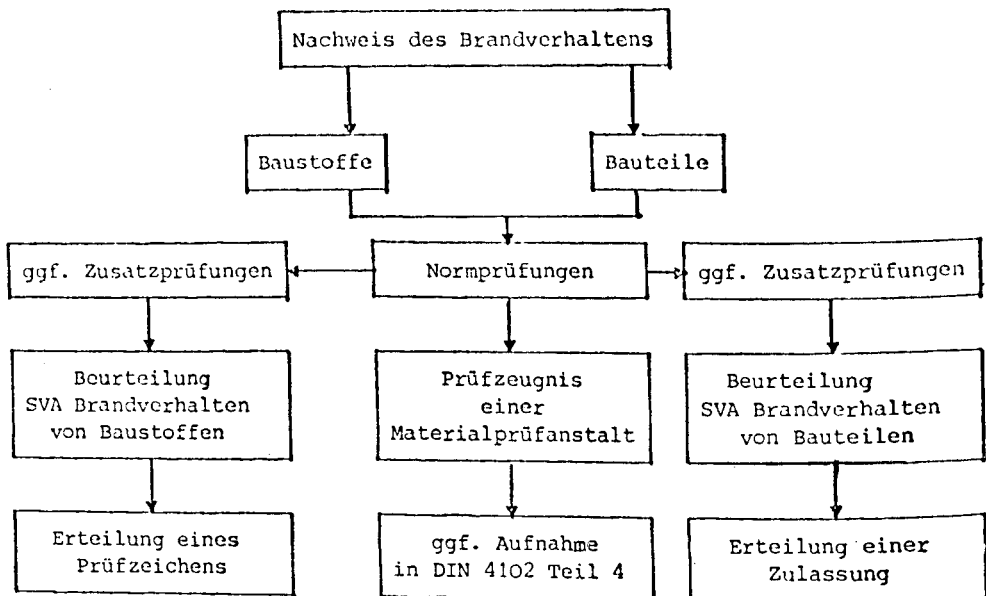
Der Nachweis der Baustoff- oder Bauteilklasse muß generell durch Prüfzeugnis oder Gutachten einer amtlichen Materialprüfanstalt erfolgen, soweit der Nachweis der Brauchbarkeit gemäß DIN 4102 Teil 4 (Katalog geprüfter Baustoffe und Bauteile) nicht vorliegt. Neben diesem zwingend vorgeschriebenen Weg gibt es z.B. bei noch nicht gebräuchlichen Bauarten oder bei Brandschutzmaßnahmen, deren Brauchbarkeit durch

eine Normprüfung allein nicht beurteilt werden kann, noch die Möglichkeit, den Nachweis der Brauchbarkeit über

- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder
- eine Genehmigung im Einzelfall im Einvernehmen mit der örtlich zuständigen Bauaufsicht

zu erbringen. Im Zulassungsverfahren wird das Brandverhalten aufgrund von Prüfungen und unter Einschaltung von Sachverständigenausschüssen (SVA) beraten. Zulassungen oder Prüfzeichen werden vom Institut für Bautechnik, Berlin, erteilt.

Auf dem nachfolgenden Schema ist das System der zu erbringenden Nachweise dargestellt. Die Genehmigung im Einzelfall ist darin nicht enthalten, weil die im Zuge eines solchen Verfahrens erforderlichen Nachweise und Prüfungen für jeden Einzelfall gesondert festgelegt werden müssen.



3.2 Baustoffprüfung nach DIN 4102

Sofern nach dem Baurecht der Bundesländer für die zu verwendenden Baustoffe ein bestimmtes Brandverhalten vorgeschrieben ist, gelten nach den Landesbauordnungen folgende Nachweise als ausreichend:

Baustoffklasse	zusätzliche Kriterien		Nachweis durch
A 1	ohne brennbare Bestandteile	genormte Baustoffe	DIN 4102 Teil 4
		nicht genormte Baustoffe	Prüfzeugnis
	mit brennbaren Bestandteilen		Prüfbescheid mit Prüfzeichen
A 2			Prüfbescheid mit Prüfzeichen
B 1	nach bestimmten Normen		DIN 4102 Teil 4
	sonstige		Prüfbescheid mit Prüfzeichen
B 2	genormte Baustoffe		DIN 4102 Teil 4
	nicht genormte Baustoffe		Prüfzeugnis

Bei der in DIN 4102 Teil 1 vorgenommenen Klassifizierung kann man - mit Ausnahme der Baustoffe der Klasse A 1 - nicht mehr von Stoffeigenschaften sprechen. In die Normprüfungen und Beurteilungen gehen z.B. sehr wesentlich die geometrischen Abmessungen, insbesondere die Dicke, der zu prüfenden Baustoffproben ein. Auch die Art der zukünftigen Verwendung kann von ausschlaggebender Bedeutung sein. Stark wärmedämmende Untergründe verhindern beispielsweise den raschen Abfluß der Wärme. Dadurch tritt eine schnelle Aufheizung der darüber befindlichen Baustoffe ein, was eine deutliche Verschlechterung des Brandverhaltens nach sich zieht.

Die in DIN 4102 Teil 1 beschriebenen Prüfverfahren erstrecken sich im wesentlichen bei

- Baustoffen der Klasse A 1 und A 2 (nichtbrennbar) auf die freiwerdende Wärmemenge auch nach dem Feuerübersprung (bei Temperaturen von 750 °C) und auf die Entzündlichkeit bzw. Flammenausbreitung bei thermischer Vorbelastung der Stoffe;
- Baustoffen der Klasse B 1 (schwerentflammbar) auf die Flammenausbreitung (Restlänge > 15 cm) und Energiefreisetzung (Temperaturerhöhung < 200 °C) bei geringer thermischer Vorbelastung bis unmittelbar vor dem Feuerübersprung;
- Baustoffen der Klasse B 2 (normalentflammbar) als Abgrenzung zur Klasse B 3 auf die Flammenausbreitung (150 mm Meßmarke bei 20 s Beflammung) ohne thermische Vorbelastung.

Baustoffe der Klasse B 3 (leichtentflammbar) lassen sich durch kleine Zündquellen zum Entflammen bringen und brennen selbständig weiter. Nach § 19 MBO ist die Verwendung von solchen Baustoffen grundsätzlich nicht zulässig, sofern sie nach dem Einbau noch leichtentflammbar sind.

Für die Prüfung textiler Erzeugnisse bzw. Fußbodenbeläge ist in Anlehnung an DIN 4102 Teil 1, Abschnitt 6.2, in DIN 66 081 ein Verfahren zur Klassifizierung beschrieben. Die nicht nach DIN 66 081 in Ta, Tb oder Tc eingestuftten Beläge gelten danach als "leichtentflammbar".

Weitere Prüfrichtlinien und Normen über das Brandverhalten von Werkstoffen und Betriebsmitteln werden in Abschnitt 3.7 und 3.8 diskutiert.

Wichtig erscheint noch der Hinweis, daß nach DIN 4102 Teil 1 die Verpflichtung zur Kennzeichnung der Baustoffe nach ihrem Brandverhalten besteht. Die Kennzeichnungspflicht bezieht sich auf alle prüfzeichenpflichtigen Baustoffe der

Klasse A 1, A 2, B 1, B 2 und B 3. Holzwerkstoffe über 2 mm Dicke sind von der Kennzeichnungsverpflichtung ausgenommen, weil sie als allgemein bekannte normalentflammbare Baustoffe gelten.

3.3 Bauteilprüfung nach DIN 4102

3.3.1 Übersicht

Die brandschutztechnischen Bauteilprüfungen gemäß DIN 4102 sind in folgenden Normblättern beschrieben:

- Teil 2 - Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- Teil 3 - Brandwände und nichttragende Außenwände; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- Teil 5 - Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden und feuerwiderstandsfähige Verglasungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- Teil 6 - Lüftungsleitungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- Teil 7 - Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

Die Prüfung des Brandverhaltens von Bauteilen geht stets vom vollentwickelten Brand aus, wobei die genormte Beanspruchung durch die Temperatur, die Zeit, Druckverhältnisse im Prüfraum, Art des Brennstoffes und ggf. aufgebrachte Belastung definiert ist. Bei den Bauteilen wird zwischen

- tragenden, nichtraumabschließenden Bauteilen,
- tragenden, raumabschließenden Bauteilen und
- nichttragenden, raumabschließenden Bauteilen

unterschieden. Normbrandversuche sind Modellversuche, bezogen auf das einzelne Tragwerk wie Wände, Decken und Stützen. Die Versuchsergebnisse können unter Beachtung bestimmter Regelungen auf gleiche Bauteile anderer Abmessungen übertragen werden.

Die Beurteilung nach DIN 4102 erstreckt sich ausschließlich auf das zu erwartende Verhalten beim Brand. Für die Beurteilung der sonstigen Brauchbarkeit sind weitere Grundlagen erforderlich, z.B. andere Prüf- und Berechnungsnormen. Die Zuordnung der Feuerwiderstandsklassen zu den in den bauaufsichtlichen Vorschriften enthaltenen brandschutztechnischen Begriffen ist durch Einführungserlasse geregelt. Im einzelnen gilt folgender Zusammenhang:

bauaufsichtliche Forderung	nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102
feuerhemmend	F 30-B, F 30-AB, F 30-A
feuerhemmend und in den tragenden Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 30-AB, F 30-A
feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 30-A
feuerbeständig	F 90-AB*, F 90-A
feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90-A
* In einigen Ländern über Ausnahme- und Befreiungsbestimmungen	

Im folgenden sind die wesentlichen Prüfkriterien für die einzelnen Bauteilprüfungen gemäß DIN 4102 zusammengestellt. Alle Bauteile sind in praxisgerechter Ausführung - ggf. mit Bekleidungen, Einbauten und Anschlüssen - in einen Prüfofen einzubauen und unter der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) zu prüfen.

3.3.2 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 2

Es sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Raumabschluß (Flammen bzw. Entzündung eines Wattebauschs auf der feuerabgekehrten Seite),
- Temperaturerhöhung (Erwärmung < 180 K - im Mittel < 140 K - auf der feuerabgekehrten Seite),

- Festigkeitsprüfung bei raumabschließenden Wänden (3 x Kugelstoß mit 20 Nm, 3 min vor dem Beurteilungszeitpunkt),
- Tragfähigkeit (Bauteile müssen während des Prüfzeitraums tragfähig bleiben),
- Durchbiegungsgeschwindigkeit (bei überwiegend auf Biegung beanspruchten Bauteilen darf ein definierter Wert nicht überschritten werden),
- Stahltemperatur (bei nicht unter Gebrauchslast geprüften Stahlstützen $< 500^{\circ}\text{C}$).

Neben diesen Anforderungen sind bei bestimmten Baustoffen und Bauteilen entsprechend den Einführungserlassen zu DIN 4102 Zulassungen erforderlich, die durch den Sachverständigenausschuß (SVA) "Brandverhalten von Bauteilen" beraten und durch das Institut für Bautechnik, Berlin, erteilt werden:

- Beschichtungen und ähnliche Schutzschichten, die im Innern, auf der Oberfläche oder in Fugen von Bauteilen angeordnet und erst durch eine Temperaturbeanspruchung wirksam werden,
- Verglasungen der Feuerwiderstandsklasse F, die erst durch Temperaturbeanspruchung ihre Brandschutzwirkung erreichen,
- besondere Vorkehrungen (Abschottungen) gegen eine Brandübertragung durch elektrische Leitungen und durch Rohrleitungen aus brennbaren Baustoffen mit lichten Durchmessern ≥ 50 mm jeweils bei raumabschließenden Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse \geq F 90 (s. auch Abschnitte 3.4 und 3.5),
- Putzbekleidungen, die brandschutztechnisch notwendig sind und nicht durch Putzträger wie z.B. Rippenstreckmetall, Drahtgewebe o.ä. am Bauteil gehalten werden (s. Abschnitt 3.6).

3.3.3 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 3

In DIN 4102 Teil 3 sind die brandschutztechnischen Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für Brandwände und für nichttragende Außenwände festgelegt. Im folgenden werden nur Brandwände behandelt. Da Brandwände neben einem ausreichenden Feuerdurchgangswiderstand eine qualifizierte Standsicherheit besitzen müssen, sind gegenüber den in Abschnitt 3.3.2 beschriebenen Anforderungen zusätzlich folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Brandwände müssen aus Baustoffen der Klasse A bestehen.
- Brandwände müssen auch bei ausmittiger Belastung die Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse F 90 erfüllen.
- Brandwände müssen unter dreimaliger Stoßbeanspruchung (3000 Nm Stoßarbeit) standsicher und raumabschließend bleiben.
- Brandwände müssen die o.g. Anforderungen ohne Bekleidungen erfüllen.

Nach den bauaufsichtlichen Bestimmungen und Abschnitt 4.2.5 von DIN 4102 Teil 3 gibt es auch Brandwände der Klassen F 120 bzw. F 180, d.h. die o.g. Anforderungen sind nach 120 bzw. 180 Minuten Prüfdauer zu erfüllen. Nach den Bestimmungen des Verbandes der Sachversicherer gibt es "Komplextrennwände", die als Brandwände der Feuerwiderstandsklasse F 180 angehören und mit 4000 Nm Stoßarbeit geprüft sind.

3.3.4 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 5

In DIN 4102 Teil 5 sind die brandschutztechnischen Begriffe, Anforderungen und Prüfungen von Feuerschutzabschlüssen, Fahrschachtwänden und Verglasungen festgelegt. Im folgenden werden nur Feuerschutzabschlüsse (z.B. Türen) behandelt. Folgende Anforderungen sind zu erfüllen bzw. werden überprüft:

- Funktionsfähigkeit (5000maliges Schließen),
- Feuerschutzabschlüsse müssen selbstschließend sein,

- Standsicherheit unter Eigengewicht,
- raumabschließende Wirkung bzw. Feuerdurchgang (Wattebausch, Flammendurchtritt, Temperaturerhöhung am Baldachin - im Mittel $< 140\text{ K}$),
- Temperaturerhöhung (im Mittel $< 140\text{ K}$),
- Festigkeitsversuch (20 Nm Stoßarbeit).

Darüber hinaus müssen Feuerschutzabschlüsse als Nachweis einer ausreichenden Brauchbarkeit eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzen. Die in diesem Zusammenhang erschienenen Normen DIN 18 081 und DIN 18 084 sind jedoch zurückgezogen, so daß der Brauchbarkeitsnachweis derzeit nur über eine Zulassung erbracht werden kann. Die "Richtlinien für die Zulassung von Feuerschutzabschlüssen" des Instituts für Bautechnik vom September 1976 enthalten eine ganze Reihe von Anforderungen und Regelungen über derartige zusätzliche Nachweise, auf die hier nicht detailliert eingegangen werden kann. Darüber hinaus sind auch für die Zubehör- und Beschlagteile von Feuerschutzabschlüssen Prüfrichtlinien erstellt worden - dazu gehören:

- Anforderungen und Prüfrichtlinien für Schlösser für Feuerschutztüren,
- Anforderungen und Prüfrichtlinien für einstellbare Federbänder für Feuerschutztüren,
- Anforderungen und Prüfrichtlinien für Türschlösser mit hydraulischer Dämpfung für Feuerschutztüren,
- Anforderungen und Anwendungsrichtlinien für Feststellanlagen für Feuerschutzabschlüsse.

Feuerschutzabschlüsse werden stets als Einheit betrachtet und beurteilt. Ziel der Prüfungen ist es, festzustellen, daß die Abschlüsse auch noch nach Jahrzehnten des Gebrauchs die vom Gesetzgeber vorgeschriebene Schutzwirkung aufweisen. Die Herstellung von Feuerschutzabschlüssen unterliegt somit zwingend einer Überwachung. Grundlage dieser Überwachung sind die sogenannten Überwachungsverordnungen der jeweiligen Landesbauordnung. Der Tatbestand der Überwachung ist

auf einem sichtbar angebrachten Schild zu vermerken (Kennzeichnungspflicht).

Feuerschutzabschlüsse, die eine gültige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzen, sind im Zulassungsverzeichnis (Zusammenstellung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für Feuerschutzabschlüsse und Abschlüsse in Fahr-schachtwänden der Feuerwiderstandsklasse "F 90") des Instituts für Bautechnik, Berlin, aufgeführt.

Ein besonderer Nachweis der Brauchbarkeit ist für einflügelige Stahltüren T 30-1 nicht erforderlich, wenn sie nach DIN 18 082 Teil 1, Ausgabe 1976, hergestellt werden.

3.3.5 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 6

Nach den bauaufsichtlichen Bestimmungen werden an Lüftungsleitungen unter bestimmten Voraussetzungen - z.B. bei mehr als 2 Vollgeschossen - Forderungen hinsichtlich

- der verwendeten Baustoffe und
- der Übertragung von Feuer und Rauch

erhoben. Eine Verhinderung der Brandübertragung kann auch durch besondere Vorkehrungen, z.B. Brandschutzklappen, erreicht werden. Die Brandschutzklappen werden in die Lüftungsleitungen eingebaut und müssen im Brandfall selbsttätig schließen. Das setzt eine Auslösevorrichtung voraus.

Anforderungen an Bauteile von Lüftungsleitungen nach DIN 4102 Teil 6:

- Standsicherheit,
- Verhinderung des Feuerdurchtritts (Wattebausch),
- Temperaturerhöhung (im Mittel $< 140\text{ K}$),
- Rauchdichtigkeit (Gase dürfen $< 180\text{ K}$ erwärmt sein),
- keine Entzündung brennbarer innerer Schalen.

Absperrvorrichtungen in Lüftungsleitungen (Brandschutzklappen) müssen darüber hinaus noch folgende Anforderungen erfüllen:

- Dichtheit ($< 10 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 200 Pa),
- Gastemperatur (Gase dürfen $< 140 \text{ K}$ erwärmt sein),
- Funktionsfähigkeit der Schließvorrichtung (50 bzw. 10.000-maliges Schließen).

Lüftungsleitungen, die nicht DIN 4102 Teil 4 entsprechen, und Brandschutzklappen sind ab Januar 1981 zum Nachweis ihrer brandschutztechnischen Brauchbarkeit prüfzeichenpflichtig. Neben den Festlegungen in der Norm sind somit zusätzlich die

- Bau- und Prüfgrundsätze für Rohre und Formstücke für Lüftungsleitungen im Hinblick auf Anforderungen des Brand-schutzes,
- Bau- und Prüfgrundsätze für Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen (Brandschutzklappen),
- Bau- und Prüfgrundsätze für Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung in Lüftungsleitungen entsprechend DIN 18 017,
- Bau- und Prüfgrundsätze für Rauchauslöseeinrichtungen von Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung in Lüftungsleitungen

einzuhalten. Letztere gelten insbesondere auch für Absperrvorrichtungen ohne nachzuweisende Feuerwiderstandsdauer, die gegen Übertragung von Rauch erforderlich sind (z.B. Jalousieklappen).

Prüfzeichen werden vom Institut für Bautechnik, Berlin, erteilt.

3.3.6 Prüfungen nach DIN 4102 Teil 7

In DIN 4102 Teil 7 werden brandschutztechnische Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für Bedachungen zum Nachweis der Widerstandsfähigkeit gegen Flugfeuer und strahlende Wärme festgelegt. Die Norm ist für die vorliegende Fragestellung von untergeordneter Bedeutung.

3.4 Prüfrichtlinien für die Abschottung von Kabeldurchführungen

Kabelabschottungen sind dazu bestimmt, an Wand- und Deckendurchbrüchen für elektrische Leitungen oder Kabel die Brandübertragung zu verhindern. Ihre Brauchbarkeit im Sinne einer bestimmten Feuerwiderstandsfähigkeit kann nach DIN 4102 Teil 2 allein nicht beurteilt werden. Unabhängig von elektrotechnischen Vorschriften sind in den Prüfrichtlinien folgende wesentliche Anforderungen enthalten:

- Alterungs- und Korrosionsbeständigkeit (bis 80 °C und 100 % rel. Feuchte),
- Raumabschluß (Wattebausch),
- Temperaturerhöhung (im Mittel < 140 K),
- Brandnebenerscheinungen (keine Rauchdurchlässigkeit und Rauchentwicklung),
- Brandprüfung nach der Schwelbrandkurve (bei dämmschichtbildenden Brandschutzbeschichtungen),
- Nach- oder Neubelegung (Reserveschott) muß möglich sein.

Die Brauchbarkeit von Abschottungen ist durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen. Insbesondere sind in diesem Zusammenhang die "Richtlinien für die Überwachung und Herstellung von Baustoffen für Kabelabschottungen" einzuhalten, d.h. Zulassungen werden nur erteilt, wenn die vorgeschriebenen Überwachungsverträge abgeschlossen werden.

Die bisher erteilten Zulassungen von Abschottungen für Kabeldurchführungen sind veröffentlicht. In der nachfolgend aufgeführten Tabelle sind die bis Mai 1981 erteilten Zulassungen zusammengestellt.

Abschottungen für Kabeldurchführungen- Geltungsbereich bisher erteilter Zulassungen (Stand Mai 1981)

Zeile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Antragsteller	Zulassungs-Nr. Datum	Geltungsdauer bis	Feuerwiderstandsdauer in min.	Bezeichnung Hauptbestandteile der Abschottung	Geltungsbereich der Zulassungen f. Abschottungen in Wänden	Wand-Baustoff	Dicke	Schottgröße b x h cm x cm	Deckendicke cm	Schottgröße b x l cm x cm
1	svt-Brandschutz- u. Service Vertriebs-GmbH Maschener Schützenstraße 45 2105 Seewetal 3	Z-19.15-20 29.09.78	30.09.81	≥ 90	SVT Typ B 2, B 4, B 6 Stahlrahmen, Mineralfaserplatten und Formstücke aus Neoprene	Mauerwerk Beton	> 20 ≥ 20	Typ B 2: 12 x 10 Typ B 4: 12 x 15,9 Typ B 6: 12 x 21,7	> 20		Typ B 2: 12 x 10 Typ B 4: 12 x 15,9 Typ B 6: 12 x 21,7
2	Herberts GmbH Fritz-Hecker-Str. 47 - 107 5000 Köln 51	Z-19.15-29 27.05.80	31.10.81	≥ 90	Unitherm Mineralfaserplatten Schottmasse (Mörtel) und dämmschichtbildender Anstrich der Kabel	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24	100 x 100	≥ 16		b ≤ 40 l unbegrenzt
3	BIO-Brandschutz-Isoliersysteme Osnabrück GmbH & Co.KG Mühlenschweg 5 4500 Osnabrück	Z-19.15-27 25.09.79	31.05.82	≥ 90	MCT-Brandschutzmörtel Mörtel und dämmschichtbildender Anstrich der Kabel	Die Zulassung gilt nicht für Wände			≥ 24		b ≤ 40 l ≥ 70
4	BIO-Brandschutz-Isoliersysteme Osnabrück GmbH & Co.KG Mühlenschweg 5 4500 Osnabrück	Z-19.15-82 27.05.80 E	31.05.83	≥ 90	BIO-Brandschutzmörtel K 3 Mörtel	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24	b ≤ 70 h ≤ 200	≥ 20 Schott-dicke ≥ 24		b ≤ 40 l unbegrenzt
5	Chem. Fabrik Grünau GmbH Postfach 120 7918 Illertissen und Preussag AG Minimax Hanauer Landstr.52 6000 Frankfurt/M.	Z-19.15-44 25.05.79 E	31.05.82	≥ 90	System Grünau/Minimax Mineralfaserplatten Asbest-Silikatplatten und Anstrich der MF-Platten und Kabel	Mauerwerk, Beton oder leichte Trennwand GKF	> 24 ≥ 20	b ≤ 70 h ≤ 40	≥ 20		b ≤ 40 l ≤ 70
6	svt-Brandschutz-u. Service Vertriebs-GmbH Maschener Schützenstr. 45 2105 Seewetal 3	Z-19.15-21 27.05.80 K/E 17.11.80 E	15.06.82	≥ 90	Schottsystem Pyro-Safe Mineralfaserplatten und dämmschichtbildender Anstrich	Mauerwerk, Beton oder leichte Trennwand in Ständerbauart mit Gipskartonplatten	≥ 12,5	b ≤ 100 h ≤ 250	≥ 17,5		b ≤ 100 l unbegrenzt
7	svt-Brandschutz-u. Service Vertriebs-GmbH Maschener Schützenstraße 45 2105 Seewetal 3	Z-19.15-74 27.05.80	31.05.83	≥ 90	Pyro-Safe Mörtelschott Mörtel	Mauerwerk Beton	≥ 24 ≥ 24	b ≤ 100 h ≤ 100	> 20 Schott-dicke ≥ 24		b ≤ 40 l unbegrenzt
8	Schott-System Staudt Theod.-Heuß-Str. 48 6954 Haßmersheim	Z-19.15-54 07.08.79	15.08.83	≥ 90	Schottsystem Staudt Typ VAM Mörtel	Mauerwerk Beton Schott-dicke	> 11,5 ≥ 10 ≥ 24	b ≤ 120 h ≤ 120	≥ 18 Schott-dicke ≥ 24		b ≤ 40 l unbegrenzt
9	V.Redenberg GmbH Augusta-Str. 25 4000 Düsseldorf 30	Z-19.15-69 27.05.80	31.05.83	≥ 90	FLAMRO Mineralfaserplatten u. Beschichtung	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24	b ≤ 70 h ≤ 40	≥ 20		b ≤ 40 l ≤ 70
10	Kasseler Farben-u. Lackfabrik Baumann & Co.GmbH f. Industrielacke 3 Holländische Str.120 3500 Kassel	Z-19.15-73 10.02.81	09.02.83	≥ 90	Flamradur-System 1 Mörtel in drei verschiedenen Ausführungen	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24	b ≤ 70 h ≤ 40	≥ 20 Schott-dicke ≥ 24		b ≤ 40 l unbegrenzt
11	Vorbauender Baulicher Brandschutz GmbH Zentgrafenstr. 120 3500 Kassel	Z-19.15-79 31.10.80	31.10.82	≥ 90	Flamastop Mineralfaserplatten u. Mörtel in zwei verschiedenen Ausführungen	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24	b ≤ 70 h ≤ 40	d ≥ 15		b ≤ 40 l unbegrenzt

Fortsetzung

Fortsetzung

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeile	Antragsteller	Zulassungs- Nr. 1) Datum	Geltungs- dauer bis	Feuer- wider- stand- dauer in min.	Bezeichnung Hauptbestandteile der Abschottung	Geltungsbereich der Zulassungen f. Abschottungen in Wänden	Wand- Baustoff	Dicke	Schott- größe b x h cm x cm	Decken- dicke cm	Schott- größe b x l cm x cm
12	Neuwalzwerk Bettlermann OHG Bahnhofstr. 92 5750 Menden 1	Z-19.15-38		≥ 120	System Neuma	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 20		b < 52 h ≥ 17		Die Zulassung gilt nicht für Decken
13	Kneinholt & Mahla GmbH Augusta Anlage 6800 Mannheim	Z-19.15-98		≥ 120	System Deflamid	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24		b < 70 h ≥ 40		
14	Rieth & Co. Fabrik für Eisen- konstruktionen Stuttgarter Str.128 7312 Kirchheim/Teck	Z-19.15-19 12.11.80	11.11.85	≥ 120	System Sandtasse Stahlblechkasten mit Sandfüllung	Mauerwerk und Beton entspre- chend DIN 4102 Teil 4 für F 120			b < 66 h ≥ 46		Die Zulassung gilt nicht für Decken
15	svt-Brandschutz- u. Service Vertriebs- GmbH Maschener Schützen- straße 45 2105 Seevetal	Z-19.15-56 16.09.80	15.09.83	≥ 120	System SVT Ausführung A 4) Stahlrahmen, Mörtel, Formstücke aus Neo- prene u. dämmschicht- bildender Anstrich	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24		Typ B 2 12 x 10 Typ B 4 12 x 15,9 Typ B 6 12 x 27,6 Typ B 8 12 x 27,6	≥ 24	Typ B 2 12 x 10 Typ B 4 12 x 15,9 Typ B 6 12 x 21,7 Typ B 8 12 x 27,6
16	svt Brandschutz- u. Service Vertriebs- GmbH Maschener Schützen- straße 45 2105 Seevetal 3	Z-19.15-57 16.09.80	15.09.83	≥ 120	System SVT Ausführung B 4) Stahlrahmen, Mine- ralfaserplatten, Formstücke aus Neo- prene und dämm- schichtbildender Anstrich	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24		Typ B 2 12 x 10 Typ B 4 12 x 15,9 Typ B 6 12 x 21,7 Typ B 8 12 x 27,6	≥ 24	Typ B 2 12 x 10 Typ B 4 12 x 15,9 Typ B 6 12 x 21,7 Typ B 8 12 x 27,6
17	svt Brandschutz- u. Service Vertriebs- GmbH Maschener Schützen- straße 45 2105 Seevetal 3	Z-19.15-58 16.09.80	15.09.83	≥ 120	System SVT Ausführung C Stahlrahmen, Asbest- schaum, Formstücke aus Neoprene und dämmschichtbildender Anstrich	Mauerwerk Beton	> 20 ≥ 20		Typ B 2 12 x 10 Typ B 4 12 x 15,9 Typ B 6 12 x 21,7 Typ B 8 12 x 27,6	≥ 20	Typ B 2 12 x 10 Typ B 4 12 x 15,9 Typ B 6 12 x 21,7 Typ B 8 12 x 27,6
18	R. Hensel Chem., Lack- u. Farbenfabrik Süderstraße 235 2000 Hamburg 26	Z-19.15-53 15.06.79 E:13.11.79	15.06.82	≥ 120	Bensotherm-Skott Mineralfaserplatten Asbest-Silikat-Plat- ten u. dämmschicht- bildender Anstrich der MF-Platten und Kabel	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24		b < 70 h ≥ 40	≥ 21	b < 40 l ≥ 70
19	BSG-Brand-Sanie- rungs GmbH Fritz-Müller-Str. 137 7300 Eßlingen	Z-19.15-66 15.06.79 E:13.11.79	15.06.82	≥ 120	BSG-Feuerstop Mineralfaserplatten Asbest-Silikat-Plat- ten u. dämmschicht- bildender Anstrich der MF-Platten und Kabel	Mauerwerk Beton	> 24 ≥ 24		b < 70 h ≥ 40	≥ 21	b < 40 l ≥ 70
20	Hauff-Technik GmbH In den Stegwiesen 18 7922 Horb Brechtlingen	Z-19.15-55 20.03.80	31.03.83	≥ 120	System Hauff Formsteine 2) aus Normalbeton oder Gasbeton sowie Brandschutzkitt	Mauerwerk Beton	> 25 ≥ 25 5)		b < 60 h ≥ 15 2) 5)	≥ 25 5)	b < 15 l ≥ 60 2)
21	Rieth & Co. Fabrik für Eisen- konstruktionen Stuttgarter Str.128 7312 Kirchheim/Teck	Z-19.15-37 03.07.79	30.06.84	≥ 180	System Sandkasten Stahlblechkasten mit Sandfüllung	Mauerwerk und Beton entspre- chend DIN 4102 Teil 4 für F 180			b < 70 h ≥ 35		Die Zulassung gilt nicht für Decken

1) A = Änderung, E = Ergänzung, V = Verlängerung

1) A = Änderung, E = Ergänzung, V = Verlängerung.
2) Die aus Formsteinen bestehenden Abschottungen dürfen unter Berücksichtigung der statischen Verhältnisse der Wand oder Decke zu beliebiger Größe zusammengesetzt werden.

3) Zusammen mit Alu Isolier- und Kunststoff GmbH, Otto-Hahn-Str. 5, 3500 Kassel-Waldau.

4) Die Abschottungen dürfen zu größeren Einheiten zusammengesetzt werden.
5) Jeweile Schottdecke.

3.5 Prüfrichtlinien für Abschottungen von Durchführungen für Rohre aus brennbaren Stoffen

In den vorliegenden Bauordnungen der Länder sind vergleichsweise wenig Bestimmungen über Rohrleitungen enthalten. Allgemein heißt es, daß Öffnungen - z.B. Rohrleitungen - gestattet werden können, wenn der Brandschutz gesichert ist. Um dieser Bestimmung mehr Inhalt zu geben, wurden die o.g. Richtlinien entwickelt. Sie beziehen sich zunächst nur auf Rohre aus brennbaren Baustoffen und gelten somit insbesondere nicht für metallische Rohre. Die Arbeiten im SVA "Brandverhalten von Bauteilen" beim Institut für Bautechnik (IfBt) befinden sich im Hinblick auf eine entsprechende Richtlinie in einer vorbereitenden Phase.

In der vorliegenden Prüfrichtlinie sind u.a. folgende Baugrundsätze und Anforderungen enthalten:

- Baustoffe müssen alterungs- und korrosionsbeständig sein,
- die Durchführungen sind für jeden Belegungszustand zu prüfen,
- es dürfen keine Zwängungskräfte infolge Längenänderungen im Brandfall auftreten,
- der Raumabschluß muß bei Brandprüfungen gewahrt bleiben,
- Temperaturerhöhung $< 180 \text{ K}$,
- Rauchentwicklung und
- Durchlässigkeit dürfen nicht beanstandet werden.

Es sind folgende Brandprüfungen durchzuführen:

- Brandprüfung mit der ETK nach DIN 4102 Teil 2,
- Brandprüfung mit minimaler Temperaturbeanspruchung (nur bei Deckeneinbau) durch Entzündung des Rohres (ABM-Lunte),
- Brandprüfung mit der Schwelbrandkurve gemäß Bild 4 der Prüfrichtlinien.

Für die übrigen Arten von Rohrdurchführungen können Zulassungen derzeit nicht erteilt werden, d.h. ihr Einbau bedarf grundsätzlich einer bauaufsichtlichen Zustimmung im Einzelfall.

3.6 Prüfung und Zulassung von Putzbekleidungen

Putzbekleidungen können die Feuerwiderstandsdauer eines Bauteils erheblich verbessern. Voraussetzung ist dabei, daß der Putz (z.B. Vermiculite- oder Mineralfaser-Spritzputz) während der Brandbeanspruchung weitgehend erhalten bleibt. Putzbekleidungen, die nicht durch einen nichtbrennbaren Putzträger am Bauteil gehalten werden bzw. die nicht in DIN 4102 Teil 4 aufgeführt sind, bedürfen jedoch eines gesonderten Brauchbarkeitsnachweises. Dieser Brauchbarkeitsnachweis kann mit Hilfe der vom SVA "Brandverhalten von Bauteilen" erarbeiteten Zulassungsbedingungen erbracht werden. Eine verbindliche Prüfrichtlinie liegt derzeit nicht vor.

In den Zulassungsbedingungen werden folgende Anforderungen bzw. Prüfungen für Putzbekleidungen vorgeschrieben:

- Nachweis der Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102 Teil 2,
- Nachweis der ausreichenden Haftzugfestigkeit, der sicherstellen soll, daß ein Abfallen des Putzes verhindert und eine bestimmte Gleichmäßigkeit der Putzhaftung gewährleistet wird.

Für die Erteilung der Zulassung sind u.U. noch weitere Prüfungen notwendig, auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Alle bisher erteilten Zulassungen über Vermiculite- und Mineralfaser-Spritzputze sind veröffentlicht.

3.7 Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen

Brandschutztechnische Prüfungen an isolierten Kabeln sind in E DIN 57 472 (VDE 0472 Teil 804, 813 und 814) beschrieben. Die Normentwürfe wurden von den Komitees 411 und 412 der Deutschen Elektrotechnischen Kommission in DIN und VDE ausgearbeitet. Im einzelnen sind folgende Normprüfungen vorgesehen:

- a) DIN 57 472 Teil 804 - Flammenwidrigkeit,
- b) DIN 57 472 Teil 813 - Korrosivität von Brandgasen,
- c) DIN 57 472 Teil 814 - Funktionserhalt bei Flammeneinwirkung.

Gegen den Entwurf von DIN 57 472 Teil 804 vom Oktober 1979 wurden jedoch so wesentliche Einsprüche vorgebracht, daß eine Neufassung als zweiter Entwurf Ausgabe Februar 1981 erforderlich wurde. Dieser Entwurf ist gegenwärtig der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Prüfung der Flammenwidrigkeit nach DIN 57 472 Teil 804 werden die Prüffarten A, B und C unterschieden.

Prüffart A :

Die Probestücke von 600 mm Länge werden senkrecht in einer Metallbox aufgehängt und maximal 20 s lang mit einem Gasbrenner beflammt. Die Flammenlänge beträgt 125 mm und die Flammentemperatur etwa 800 °C. Die Prüfung der Flammenwidrigkeit gilt als bestanden, wenn

- die Probe nicht gebrannt hat,
- die Flammen nach der Flammeneinwirkung verlöschen,
- die Brandspur das obere Ende der Probe nicht erreicht hat.

Die Prüfung ist mit den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Baustoffprüfungen naturgemäß nicht vergleichbar. Vom Aufbau und den gestellten Anforderungen her wäre sie ehestens der B 2-Prüfung gemäß DIN 4102 Teil 1 gegenüberzustellen.

Prüffart B :

Bei dieser Prüfung sind gegenüber der Prüffart A lediglich die Flammenlänge des Gasbrenners (175 mm) und die Einwirkdauern (> 60 s) verändert. Im übrigen gelten die obigen Hinweise und Angaben.

Prüfart C:

Bei dieser Prüfung werden die zu untersuchenden Kabel von 360 cm Länge auf einem leiterartigen Prüfgestell mit Stahl-drähten befestigt, wobei der Kabelabstand höchstens 20 mm beträgt. Das Prüfgestell wird in eine 400 cm hohe Brennkammer aus Metall eingehängt. Die Beflammung der Probe erfolgt senkrecht und 600 mm vom unteren Ende entfernt mit einem Propangas-Flachbrenner mit einer Heizleistung von 75 MJ/h. Die Flammeneinwirkungsdauer beträgt 20 min. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn

- entstehende Flammen von selbst erlöschen,
- die Brandbeschädigungen nicht das obere Ende der Probe erreichen.

Brandspuren wie Rußbelag, Farbänderungen, Anschmelzen, Blasenbildung, Abtropfen, Kräuslung und Verziehen der Probe werden nicht beanstandet.

Die Prüfung der Korrosivität von Brandgasen nach E DIN 57 472 Teil 813 erfolgt durch Verschwelung bzw. Verbrennung von kleinen Proben (ca. 1 g) in einem Verbrennungsofen nach Grote-Krekeler (Temperatur 750 bis 800 °C). Die Brandgase werden über Gaswaschflaschen geleitet. Als Maß für die Korrosivität werden die Änderungen des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit des destillierten Wassers in den Gaswaschflaschen angesehen. Die bei der Prüfung einzuhaltenden Grenzwerte (Mindestwerte) sind in dem vorliegenden Normentwurf nicht angegeben.

Bei der Prüfung des Funktionserhalts bei Flammeneinwirkung nach E DIN 57 472 Teil 814 werden 120 mm lange Energie-, Steuer- oder Nachrichtenkabel unter Spannung einer Propanbeflammung unterworfen. Die Flamme muß dabei auf mindestens 600 mm der Unterseite der Probe auftreffen (Flammentemperatur 800 °C). Während der Prüfdauer darf keine der Sicherungen (Schmelzsicherung 3 A, flink) ansprechen. Die Prüfdauer ist in dem Normentwurf nicht angegeben.

3.8 Prüfungen für schwerbrennbare Betriebsmittel (Hydrauliköle)

Nach einigen Großbränden von Hydrauliköl auf Mineralölbasis ist der Einsatz von sogenannten schwerbrennbaren Hydraulikflüssigkeiten auf Phosphorsäureesterbasis in den Kraftwerken deutlich angestiegen. Die Verwendung dieser Öle hat jedoch verschiedentlich zu Betriebsstörungen durch Bildung von Ablagerungen in den Systemen geführt, so daß ein konsequenter Einsatz dieser Mittel bisher nicht möglich war. Im Hinblick auf den Brandschutz bieten solche Hydraulikflüssigkeiten gegenüber konventionellen Hydraulikölen jedoch deutliche Vorteile; das Zündverhalten geht aus der folgenden Tabelle hervor.

Bezeichnung	Zündtemperatur [°C] n.DIN 51 794	Zündtemperatur [°C] bei			Typ
		10 atü	50 atü	100 atü	
Shell Tellus 29	340	240	197	180	Mineralöl
Shell S 4899	400	260	195	180	Mineralöl
Pydraul A 200	> 675	350	310	304	chlor. KWS
BP Energol	610	460	370	338	Phosphatester

Die Brennbarkeit von Mineralölen ist eindeutig, obwohl eine Entzündung in kompakter flüssiger Phase nicht leicht zu erreichen ist. Zu ihrer Prüfung sind zahlreiche Prüfverfahren entwickelt worden, in denen in mehr oder weniger großer Vereinfachung die Verhältnisse beim Austreten von Druckflüssigkeiten aus einem Hydrauliksystem und der entsprechende Zündvorgang simuliert werden. Entscheidende Arbeiten auf diesem Gebiet wurden von einem Ausschuß der Bergbaubetriebe in der Europäischen Gemeinschaft durchgeführt. Von dem Ständigen Ausschuß für die Betriebssicherheit und den Gesundheitsschutz im Steinkohlenbergbau bei der Kommission der EG wurde 1974 der 5. Bericht über "Anforderungen und Prüfungen schwer entflammbarer Flüssigkeiten zur hydraulischen Kraftübertra-

gung und Steuerung" vorgelegt. Dieser Bericht beschreibt u.a. die Prüfverfahren für Hydrauliköle, die die Anforderungen der Sechsergemeinschaft erfüllen. Danach sind zur Beurteilung der Schwerentflammbarkeit in der EG folgende Tests vorgeschrieben:

- a) Bestimmung der Entflammbarkeit der unter Druck versprühten Flüssigkeit,
- b) Bestimmung der Flammenausbreitung in einem Gemisch aus Kohlenstaub und Flüssigkeit,
- c) Bestimmung der Entflammbarkeit mittels Dochtversuch.

Daneben gibt es noch eine ganze Reihe anderer Prüfverfahren, die bisher allerdings noch nicht vereinheitlicht werden konnten. Viele Industriezweige haben aufgrund von Erfahrungen mit Mineralölbränden eigene Vorstellungen über die für ihre Verhältnisse spezifischen Testbedingungen entwickelt, wobei vor allem die Art der Zündquelle je nach Betriebsbedingungen variiert wird. Ein für alle Einsatzbereiche aussagefähiger Brandtest dürfte nur schwerlich zu definieren sein. Die von der Bergbauindustrie der EG durchgeführten Arbeiten liefern jedoch gute Ansatzpunkte für die Vereinbarung solcher Tests auch in anderen Industriebereichen.

Der Einsatz von solchen Hydraulikflüssigkeiten bietet sich vor allem dann an, wenn Brandbekämpfungs- und Löschmaßnahmen in sehr schwer zugänglichen Räumen und Anlageteilen vorzusehen und sicherzustellen sind.

3.9 Sonstige Prüfrichtlinien

Neben den in den Abschnitten 3.1 bis 3.8 beschriebenen Brandschutzprüfungen gibt es noch eine große Zahl weiterer Prüfbestimmungen, auf die jedoch nicht näher eingegangen wird, weil sie für den hier vorliegenden Anwendungsbereich keine oder nur geringe Bedeutung haben. Erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang lediglich noch

- die Richtlinien für die Prüfung und Zulassung von dämmschichtbildenden Brandschutzbeschichtungen auf Stahlbauteilen zum Nachweis der Feuerwiderstandsklasse F 30 nach DIN 4102 und
- die Richtlinien und Erläuterungen für die Prüfung und Zulassung von Verglasungen.

An dieser Stelle soll jedoch noch ein brandschutztechnisches Prüfproblem angesprochen werden, welches seit vielen Jahren bearbeitet und diskutiert wird, ohne daß dafür eine Lösung abzusehen ist. Es geht dabei um die Messung der optischen Dichte von Rauch, der beispielsweise bei der Verbrennung eines Feststoffes entsteht. Wenngleich der Rauchdichte und -menge im Falle eines Schadenfeuers für die Rettungs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen entscheidende Bedeutung zukommt, ist es trotz umfangreicher Forschungsbemühungen bisher nicht gelungen, ein Meßverfahren zu entwickeln, welches gestattet, die Gefährlichkeit der einzelnen brennbaren Stoffe untereinander im Hinblick auf ihre Rauchentwicklung im Falle eines Brandes quantitativ nachzuweisen. Die in diesem Zusammenhang in den USA durchgeführten Arbeiten haben zur Entwicklung der sogenannten XP2-Chamber und daraus folgend zu einer Standardprüfung nach ANSI/ASTM E 662-79 geführt. Die spezifische optische Dichte von Rauch wird gemäß dieser Norm aus

- der Lichtschwächung eines durch den Rauch geleiteten Strahles und
- einem geometrischen Faktor, der die Versuchsanordnung berücksichtigt,

ermittelt. Bei der Prüfung werden die $76,2 \times 76,2 \text{ mm}^2$ großen Proben von $\leq 25,4 \text{ mm}$ Dicke mit einem elektrischen Strahler mit $2,5 \text{ W/cm}^2$ beheizt. Dabei werden zwei Arten von Brandbeanspruchungen unterschieden. Entweder wird die Rauchdichte der unter diesen Bedingungen entstehenden Pyrolysegase direkt gemessen, oder die Gase werden noch mit einer kleinen Pilotflamme gezündet und teilweise verbrannt.

Die Strahlungsintensität von $2,5 \text{ W/cm}^2$ wurde gewählt, weil dieses die höchste Intensität ist, bei der eine Pyrolyse von Cellulosematerialien ohne Selbstentzündung möglich ist.

Die Prüfung ermöglicht somit die Ermittlung der optischen Rauchdichte von bestimmten Materialien unter speziellen Versuchsbedingungen. Eine Übertragung der Versuchsergebnisse auf die Verhältnisse, die bei einem wirklichen Brand vorliegen, ist nur begrenzt möglich. Insbesondere kann mit dieser Methode die optische Rauchdichte von brennenden Kabeln, was für den hier vorliegenden Fall besonders wichtig erscheint, nicht bestimmt werden. Es erscheint somit dringend erforderlich, daß diesbezüglich umgehend entsprechende Prüfgrundsätze ausgearbeitet werden. Die Messung der Lichtschwächung infolge der Rauchentwicklung als Ergänzung einer Brennbarkeitsprüfung allein dürfte dafür nicht ausreichen. Nach den vorliegenden Erfahrungen mit der ASTM E 662 Chamber werden die Ergebnisse von Rauchdichtemessungen sehr stark von der Versuchsanordnung und den jeweiligen Versuchsbedingungen beeinflusst, so daß die Verallgemeinerung von Meßdaten außerordentlich schwierig ist. Die vorliegenden Erfahrungen aus den USA könnten jedoch gut als Grundlage für die Entwicklung einer entsprechenden Prüfmethode dienen.

4. BRANDSCHUTZ DER REFERENZANLAGE

4.1 Vorbemerkung

Die brandschutztechnischen Erhebungen in der Referenzanlage wurden im Zuge von zwei dreitägigen Begehungen durchgeführt. Zur Vorbereitung wurde anhand der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Unterlagen von der Arge ein Begehungsplan ausgearbeitet. Im wesentlichen umfaßte die Bestandsaufnahme raumweise die folgenden übergeordneten Gesichtspunkte:

- Raumgröße und -nutzung,
- Sicherheitseinrichtung und radiologisches Inventar,
- Brandgut und Zündquellen,
- Bauteile und Bauteilprüfungen,
- Branderkennung und -bekämpfung,
- Flucht- und Rettungswege.

Für jeden Raum wurden etwa 30 Einzelwerte ermittelt, die sich jeweils aus den

- vorgegebenen Anforderungen und
- ausgeführten Maßnahmen

ergaben. Gebäudeweise werden die Einzelergebnisse der Begehung auf Formblättern zusammengestellt. Es kann davon ausgegangen werden, daß darin die brandschutztechnisch wesentlichen und typischen Bereiche der Referenzanlage erfaßt sind. Brandschutztechnisch mit konventionellen Kraftwerksbauten vergleichbare Bereiche wurden bewußt ausgespart. Somit wurden nur Gebäude mit sicherheitstechnisch wichtigen oder nuklearspezifischen Anlagenbereichen erfaßt:

- Reaktorgebäude - Innenraum (Bauteil A),
- Reaktorgebäude - Ringraum (Bauteil B),
- Reaktorhilfsanlagegebäude (Bauteil C),
- Schaltanlagegebäude (Bauteil E),
- Notstromdieselgebäude (Bauteil K),
- Notspeisegebäude (Bauteil X),

- Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke (Bauteil M2 und M5),
- Kabelkanäle.

Durch die Beteiligung des Beratergremiums an der Begehung war über die Erfassung der Anforderungen und Maßnahmen hinaus die Möglichkeit gegeben, Sonderprobleme und Detailfragen bereits vor Ort weitgehend abzuklären.

Nicht erfaßt und beurteilt wurden bei der Begehung die brandschutztechnischen Maßnahmen und Gegebenheiten des in der Bauphase befindlichen Kraftwerks. Maßnahmen, die aus den Genehmigungsaufgaben der Gutachter resultieren, wurden so weit wie möglich auf den zu erwartenden Endzustand des Bauwerks extrapoliert (Beispiel: noch nicht vorhandene Türen). Im übrigen ist der Brandschutz auf Baustellen thematisch so weit von dem vorliegenden Vorhaben entfernt, daß auch auf das oberflächliche Sammeln von Erfahrungen verzichtet wurde.

Die Brandguttmengen in den Tabellen "Brandschutztechnische Randbedingungen" entsprechen den nur qualitativ überprüften Angaben des Herstellers in den Brandschutzlisten; eine gesonderte Messung dieser Brandlasten war aus zeitlichen Gründen nicht möglich. Abgesehen von den in den Brandschutzlisten nicht mit erfaßten Brandgütern (z.B. schwer brennbaren Kaltwasserisolierungen oder Rohrleitungen aus PU-Schaum bzw. PE-Materialien) kann davon ausgegangen werden, daß die angegebenen Brandlasten repräsentativ sind.

Die Formblätter "Sicherheitstechnische Randbedingungen" geben Aufschluß darüber, in welchen Bereichen sich sicherheitstechnisch wichtige Anlagenteile und radioaktive Stoffe befinden, die entsprechend angepaßte Brandschutzmaßnahmen erforderlich machen.

In den Formblättern "Brandschutzmaßnahmen" umfaßt die linke Hälfte die Anforderungen mit Quellenangabe; die rechte Hälfte

enthält die vor Ort angetroffenen Maßnahmen und die zugehörigen Beurteilungsgrundlagen.

4.2 Verwendete Brandschutzunterlagen

Zum Brandschutz der Referenzanlage wurden der Arge mit Genehmigung der Bayernwerk-AG vom Hersteller und von den Gutachtern folgende Pläne und Unterlagen zur Verfügung gestellt:

Allgemeine Pläne:

- Brandschutzpläne,
- Fluchtwegpläne,
- Brandmeldepläne,
- Lüftungspläne,
- Lagepläne,
- Zufahrtspläne.

Berichte des Herstellers:

- Baubeschreibung der sicherheitstechnisch relevanten Gebäude (aus dem Bauantrag),
- Sicherheitsbericht (Auszug zum Brandschutz),
- Brandschutzmemorandum (Stand Mai 1978),
- Brandschutzlisten,
- Beschreibung des Feuerlöschsystems UJ,
- Zusammenstellung der Feuerschutzabschlüsse und Kabelschotte,
- Brandschutz im Betriebshandbuch (Auszug),
- Einzelergebnisse brandschutztechnischer Untersuchungen und Prüfungen (soweit vorhanden).

Gutachten zum Brandschutz:

Die Beurteilung des Brandschutzkonzepts und der Brandschutzmaßnahmen wurde mündlich von Vertretern folgender Institutionen erläutert:

- TÜV Bayern,
- Bayerisches Landesamt für Brand- und Katastrophenschutz (abwehrender Brandschutz),

- Bayerische Versicherungskammer (vorbeugender Brandschutz).

Die in diesem Zusammenhang erstellten Gutachten und Expertisen standen der Arge nicht zur Verfügung; sie sind jedoch in die Teilbaugenehmigungen des Landratsamtes Schweinfurt eingeflossen (s.u.).

Auflagen der Genehmigungsbehörden:

- Brandschutztechnische Auflagen zum Bauantrag,
- Brandschutztechnische Auflagen in den Teilbaugenehmigungen
- Brandschutztechnische Auflagen des Atomrechts.

Die Beschaffung aktueller Unterlagen war dadurch erschwert, daß Pläne und Berichte zu den zu untersuchenden Gebäuden überarbeitet und fortgeschrieben werden mußten. Soweit möglich, wurden dabei neue Erkenntnisse und Erfahrungen in Forschung und Technik berücksichtigt. Der Istzustand der Anlage konnte daher erst vor Ort festgestellt werden.

4.3 Bestandsaufnahme vor Ort

Im folgenden werden die Ergebnisse der Bestandsaufnahme gebäudeweise diskutiert. Jeder Unterabschnitt enthält eine kurze Baubeschreibung und eine Erörterung der baulichen und brandschutztechnischen Besonderheiten. Aus Gründen der Übersicht sind die wesentlichen Ergebnisse der Bestandsaufnahme tabellarisch unter den in Abschnitt 4.1 erläuterten Gesichtspunkten zusammengefaßt:

- Sicherheitstechnische Randbedingungen,
- brandschutztechnische Randbedingungen,
- Brandschutzmaßnahmen.

Durch die Unterscheidung zwischen Anforderungen und Ausführungen bei den Brandschutzmaßnahmen wird u.a. deutlich, wo und in welchem Umfang über Alternativ- und Ersatzmaßnahmen der Ent-

wicklung der brandschutztechnischen Erkenntnisse und nuklear-spezifischen Gesichtspunkten Rechnung getragen wurde.

4.3.1 Reaktorgebäude - Innenraum

Das Reaktorgebäude ist eine Stahlbetonkonstruktion, die durch die Stahlkugel in das innenliegende Containment (Bauteil A) und den außenliegenden Ringraum (Bauteil B) geteilt ist. Im brandschutztechnischen Sinn bilden die Bauteile A und B einen Brandabschnitt, so daß die getrennte Behandlung lediglich dazu dient, die aus dem Betriebszustand resultierenden besonderen Bedingungen im Sicherheitsbehälter in eine übersichtliche Form zu bringen.

Der äußere Durchmesser des Reaktorgebäudes beträgt 62,80 m, der des stählernen Sicherheitsbehälters 56,00 m. Die lichte Weite des Ringraumes zwischen Betonhülle und Sicherheitsbehälter beträgt ab Äquatorebene nach oben 1,40 m. Das Gebäude ist gleichmäßig bis - 6,00 m unterkellert und ragt ca. 55,00 m über OK Gelände.

Der Sicherheitsbehälter wird durch die geschlossene 30 mm dicke kugelförmige Stahlkonstruktion begrenzt, die in die ca. 3,0 m dicke Stahlbetonkonstruktion zwischen den Ebenen - 6,0 m und + 2,0 m eingespannt ist. Die Lasten der Stahlbetoneinbauten des Sicherheitsbehälters werden durch den Sicherheitsbehälter über die Stahlbetonkalotte in die Fundamentplatte abgetragen. Im Innern des Sicherheitsbehälters umgibt ein stehender Schutzzyylinder aus Stahlbeton alle Räume, in denen die druckführende Umschließung des Reaktorkühlmittels und das Brennelementbecken sowie das separate Transportbehälterbecken untergebracht sind. Er bildet gleichzeitig einen Schutz für den Sicherheitsbehälter gegen anlageninterne Störfälle. Der Zylinderinnenraum ist nach oben durch den Beckenflur und die als Stahlkonstruktion ausgeführten Decken über den Dampferzeugerräumen begrenzt. Die hochgeführte Krone der

Zylinderwand trägt die Kranbahn für den Reaktorgebäude-Rundlaufkran. Alle tragenden Bauteile sind aus nichtbrennbaren Baustoffen erstellt, jedoch z.T. in ungeschützter Stahlkonstruktion.

Die Dimensionierung der Stahlbeton-Einbauten des Sicherheitsbehälters ist im wesentlichen durch die erforderliche Abschirmung gegen Strahlung und Schutzanforderungen gegen anlageninterne Störfälle bestimmt. Überströmtüren und Überströmöffnungen sorgen beim Bruch einer Rohrleitung für den notwendigen Druckausgleich zwischen Anlagen- und Betriebsräumen. Verschiedene Abschirmwände und Wandöffnungen sind als Setzsteinwände mit vorgefertigten Abschirmsteinen aus Stahlbeton gemauert.

Auf der folgenden Tabelle A 1 sind die für das Bauteil A relevanten sicherheitstechnischen Randbedingungen angegeben. Bei einem Brand im Containment ist eine Reihe sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Einrichtungen, zum großen Teil mit aktivem Inventar, betroffen. Eine Kurzübersicht der vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen ist auf der Tabelle A 1 ebenfalls angegeben. Zu den sicherheitstechnischen Randbedingungen zählt auch die Auslegung gegen andere Störfälle, die unter Umständen die Brandentstehung, -erkennung, -bekämpfung oder -ausbreitung beeinflussen könnten.

Auf der Tabelle A 2 sind brandschutztechnische Randbedingungen des Bauteils A zusammengestellt. Wichtig ist die Erkenntnis, daß die spezifischen, im Sinne von DIN 18 230 auf die zugehörige Grundfläche bezogenen Brandlasten sehr unterschiedlich sind und aus betrieblichen Gründen punktuell Extremwerte erreichen. Das gesamte Gebäude ist brandschutztechnisch eine Einheit.

Die Tabelle A 3 enthält auf 4 Blättern die im Reaktorgebäude vorgeschriebenen und ausgeführten Brandschutzmaßnahmen. Die ausgeführten Maßnahmen beruhen in vielen Fällen auf Zustimmungen im Einzelfall. Ursache hierfür sind unvollständige Prüfgrundsätze sowie sicherheitstechnisch und betrieb-

lich notwendige Abweichungen von herkömmlichen Regelvorschriften. Den gestellten Anforderungen konnte vielfach nur durch aufwendige Ersatzmaßnahmen entsprochen werden; ein Teil dieser Maßnahmen wurde erst im Zuge der mehrjährigen Bauzeit aufgrund zwischenzeitlich weiterentwickelter Sicherheitsanforderungen gefordert und ausgeführt.

Tabelle A 1		Sicherheitstechnische Randbedingungen - Reaktorgebäude Bauteil A		
Art des Störfalles	Betroffene Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Einwirkungen von außen, Kühlmittelverlust-Störfälle (Druckaufbau, Stahlkräfte, Reaktionskräfte, Bruchstücke, Lastabsturz, Flutung) Strahlenschutz	Primärkreiskomponenten, Meßeinrichtungen, Steuereinrichtungen, Lüftungsanlagen	Primärkreis, Umluftfilteranlagen	Tragende Konstruktion feuerbeständig und nichtbrennbar, z.T. bauliche Redundanztrennung, räumliche Redundanztrennung, Branderkennung durch Melder, manuelle Brandbekämpfung, stationäre Löschanlagen	Abschottungen mit Sondertüren zum Druckausgleich, Kabelabschottungen, Kabeldurchführungen durch Sicherheitsbehälter, Rohrdurchführungen TV-Überwachung der HKMP

Tabelle A 2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Reaktorgebäude Bauteil (A)					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
1	4240	Kabelisolierungen (PVC)	10.750	154,8			elektrische (Pumpen, Antriebe) heiße Anlagenteile Autoxidation Selbstentzündung (Aktivkohle) Fahrlässigkeit (Revision)
		Aktivkohle	1.280	51,2			
		Holz	140	2,5			
		Öl	600	25,2			
		Schmieröle	ohne Angaben				
	18	PU-Schaum	" "		233,7	55	
		Dekontanstriche	" "				
		Ölversorgung für HKM-Pumpen	1.900	79,8	79,8	4.433	

*) nach DIN 18230 E

Tabelle A 3 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil A			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Brandwand als Abschlußwand von Gebäuden und innerhalb ausgedehnter Gebäude in Abständen von höchstens 40 m	Bay BO, Art. 31	Reaktorgebäude Bauteile A und B als ein Brandabschnitt; Brandwand zum Reaktorhilfsanlagengebäude (mit Durchbruch im Bereich der Personenschleuse)	DIN 4102, Teil 3 + 4
tragende Konstruktion	F 90 ≙ F 90 - AB	BayBO, Art. 27 - 29	Stahlbetonbauteile F120-A, Montageöffnungen mit Stahlbetonplatten verschlossen, Stahlkonstruktionen (z.B. DE- und RDB-Auflager) ungeschützt	DIN 4102, Teil 2 + 4
Fugen			Bauteilfugen dicht mit Litaflex verschlossen - Feuerwiderstandsdauer \geq 90 Minuten	in Anlehnung an DIN 4102, Teil 2 Prüfzeugnis

Tabelle A 3 Blatt: 2	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil A			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	Verschlüsse T90/K90 an den Deckenöffnungen oder Öffnungen in feuerbeständigen Wänden; Türen T90 in Treppenraumwänden für mehr als 5 Vollgeschosse	BayBO, Art. 30 - 34 BayBO, Art. 38	Türen T30 mit Scherstift (Pendeltür) aus nuklearen Gründen Klappen K90	Zustimmung im Einzelfall Nr. IIB12-9130/2-70 DIN 4102, Teil 6
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen	Rohrdurchführungen nicht brennbar und gegen Brandübertragung gesichert	BayBO, Art. 32.4	Kabelschotts Naumann F90 Brattberg/Mörtelschott F90 spezifizierte Rohrdurchführungen Kunststoffleitungen mit geprüften Durchführungen	Zustimmung im Einzelfall allg. bauaufs. Zulassung Prüfzeugnis
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheitskriterien KTA 3501	weitgehende räumliche und/oder teilweise bauliche Trennung Schutz nicht getrennter redundanter Kabelverteilungen durch Sprühflutanlagen	

Tabelle A 3 Blatt: 3	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil A			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	Abschottungen F90/T90/K90 für brennbare Flüssigkeiten und für Räume mit erhöhter Brandgefahr	BayBO, Art. 30 5.TBG, 2.2 + 2.3.3	Stahlbetonbauteile F120-A, Türen T90 zu Ölbehälter-räumen, Umluftfilteranlagen Türen T90	DIN 4102, T.2+4 DIN 4102, T.5 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall
Branderkennung	Rauchmelder in allen Räumen mit größerer Brandlast; für Brandfrüherkennung weitgehend Ionisationsfeuer-melder	5.TBG, 2.5 5.TBG, 2.12	flächendeckende Anordnung von Rauchmeldern (I, I+O); Druckknopfmelder in den Treppenträumen; TV-Überwachung der HKM-Pumpen, Kanalmelder vor Abluftfiltern, Temperaturwächter und Sicherheitstemp.begrenzer vor u.hinter AK-Filtern	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	wirksame Löscharbeiten ermöglichen; selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen falls sonst kein ausreichender Schutz	BayBO, Art. 16 5.TBG, 2.2 (Änderung hinsichtlich Handauslösung mit Bescheid vom 21.7.1981)	Sprühwasser-Löschanlagen m. Auslösung vor Ort und von der Warte aus bei Brandgutmassierung: - HKM-Pumpen mit Kabeltrassen (+6,0m - +16,0m) - Ölbehälterräume - Kabelverteilungen bei + 12,0m ausreichend Wandhydranten und mobile Feuerlöscher	DIN 14494 BlaBuK-Merkblatt "Tragbare Feuerlöscher"

Tabelle A 3 Blatt: 4	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil A			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenräume	2 notwendige Treppenräume mit Überdrucklüftung oder Rauchabführung; alternativ für fehlende Rauchabführung Selbstretter als Fluchtgerät; feuerbeständige Ausführung	BayBO, Art. 37 + 38 5.TBG, 2.10 + 2.33.5 Änderung der TBG beantragt 5.TBG, 2.4	4 innenliegende Treppenräume bis +12,0m, zusätzlich außenliegender Treppenraum mit Zugang bei +21,5m (Notschleuse); Selbstretter als Fluchtgerät	
Angriffswege Flucht- und Rettungswege	2 voneinander unabhängige Angriffs-, Flucht- und Rettungswege mit Krankentrage begehbar; die beiden Treppenräume müssen von jeder Ebene aus erreichbar sein; Rauchabfuhr über kontrollierte Ablufteinrichtung; notwendige Treppenanlagen mit Überdrucklüftung	5.TBG, 2.33 BayBO, Art. 38 5.TBG, 2.33.5 5.TBG, 2.10	4 innenliegende Treppenräume bei +12,0m über der Personenschleuse erreichbar; Zugang zu Ebene +21,5, über außenliegenden Treppenraum und Notschleuse; Angriff, Flucht und Rettung durch fehlende Entrauchung sowie Wege bis 100m erschwert, jedoch Selbstretter sowie besondere Fluchtwegkennzeichnung	
Rauch- und Wärmeabzug	Rauchabführung aus den Treppenräumen	BayBO, Art. 38 StrlSchVO	keine Rauchabführung; Selbstretter als Fluchtgerät	

4.3.2 Reaktorgebäude - Ringraum

Der Ringraum (Bauteil B) ist über die Notschleuse mit dem Innenraum (Bauteil A) verbunden und stellt mit diesem eine brandschutztechnische Einheit dar.

Der Ringraum mit seinen 2,0 m dicken Stahlbeton- bzw. Spannbetonaußenmantel von - 6,0 m bis 21,5 m als Zylinder und von + 21,50 m bis + 54,20 m als Kugelschale schützt einerseits den Sicherheitsbehälter gegen mechanische Einwirkung von außen, soll andererseits aber auch die Umgebung gegen unzulässige Strahlenbelastung schützen. Alle Decken und Wände des Ringraums bestehen aus Stahlbeton mit Betondeckungen $\geq 4,0$ cm.

Die Außenkontur des Reaktorgebäudes ist im zylindrischen Bereich von zwei Anbauten unterbrochen:

- die Stahlbetonumbauung des aus dem Sicherheitsbehälter hervortretenden Teils der Materialschleuse,
- die an der dem Maschinenhaus gegenüberliegenden Außenseite der Betonhülle auskragend angeordneten FD- und Speisewasser-Armaturenkammern.

Im unteren Bereich von - 6,0 bis + 12,0 m dient der Ringraum zur Aufnahme von Sicherheitssystemen (z. B. Flutbehälter, Nachkühler u. ä.) für den Reaktor. Der Ausbau erfolgte durch Stahlbetonwände ($d \leq 40$ cm) und Stahlbetondecken, während für die Weiterleitung der Lasten aus den verschiedenen Versorgungssystemen im wesentlichen Stahlgerüste eingesetzt wurden. Stahlbühnen und Laufstege sind in geschweißter oder geschraubter Konstruktion ausgeführt und mit Gitterrosten abgedeckt; sie sind brandschutztechnisch ungeschützt.

Die sicherheitstechnischen Randbedingungen des Bauteils B sind auf Tabelle B 1 zusammengestellt. Im Brandfall sind sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen und aktives Inventar zu schützen, so daß die Maßnahmen ebenso wie beim

Bauteil A aus einer umfangreichen Palette von baulichen und betrieblichen Vorkehrungen bestehen.

Die brandschutztechnischen Randbedingungen des Bauteils B sind auf Tabelle B2 angegeben. Die Brandgutarten entsprechen in etwa den Brandgütern im Containment. Den Hauptanteil bilden auch hier die PVC-Kabelisolierungen. Die Brandschutzlisten enthalten keine Mengenangaben über PU-Schaum-Isolierungen für die Kaltwasserleitungen. Die zugrunde gelegte Brandabschnittsfläche des Ringraums ist so groß, daß sich im Mittel eine niedrige spezifische Brandbelastung errechnet. Örtlich treten jedoch Brandlastanhäufungen auf, für die gesonderte Maßnahmen vorgesehen sind.

Die Brandschutzmaßnahmen im Reaktorgebäude-Ringraum sind auf den Tabellen B3 zusammengestellt. Auch hier wurden für einige bauliche Maßnahmen Zustimmungen im Einzelfall erteilt. Auf die geforderten selbsttätigen Feuerlöschanlagen wurde verzichtet, da ausreichend Wandhydranten und mobile Löscheinrichtungen vorhanden sind. Anstelle des nicht realisierbaren Rauchabzugs sind umluftabhängige Atemschutzgeräte vorgesehen. Diese "Selbstretter" sind auch im Zusammenhang mit den überlangen Flucht- und Rettungswegen als Alternativmaßnahme anzusehen. Die Alternativmaßnahmen wurden mit Änderungsbescheid zur 5. TBG vom 21.7.1981 genehmigt.

Tabelle B 1	Sicherheitstechnische Randbedingungen - Reaktorgebäude Bauteil B (Ringraum)			
Art des Störfalles	Betroffene Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Einwirkungen von außen, Rohrleitungsbrüche, Überflutung, Strahlenschutz, Ansaugen explosionsfähiger Gase (bei Armaturenkammer)	redundante Not- und Nachkühlsysteme, Meßumformer, redundante Kabeltrassen Lüftungstechnische Anlagen	Komponenten und Leitungen, welche Primärkühlmittel beinhalten Aktivkohle-Filter	Tragende Konstruktion feuerbeständig und nichtbrennbar, z.T. bauliche Redundanztrennung, sonst räumliche Redundanztrennung, Branderkennung durch Melder, manuelle Brandbekämpfung	Kabelabschottungen, Vertikalabschottung zur Raucheindämmung, Rohrdurchführung bei Kunststoffrohren, Wärmedämmung von Kaltwasserleitungen

Tabelle B 2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Reaktorgebäude Bauteil (B)					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
1	4280	Kabelisolierungen (PVC)	24.050	346,4			elektrische (Pumpen, Antriebe) heiße Anlagenteile Autoxidation Selbstentzündung (Aktivkohle) Fahrlässigkeit (Revision)
		Schmieröle und -fette	760	31,9			
		Aktivkohle	880	35,3			
		Holz	120	2,2			
	76	PU-Schaum	ohne Angaben		415,8	97	
		Dekontanstriche	" "				
		Ölversorgung für HD-Förderpumpen (3 x 0,3 m³)	900	37,8	37,8	498	

*) nach DIN 18230 E

Tabelle B3 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil B (Ringraum)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Brandwand zum Hilfsanlagen- gebäude; Schleuse auf -6,0m zum Hilfsanlagengebäude mit doppelten T90/K90-Verschl.; Personenschleuse mit Sicher- heitsbereich in F90/T90/K90 im Hilfsanlagengebäude; 2 Brandabschnitte, alter- nativ I-Melder	BayBO, Art. 31 5.TBG, 2.4 5.TBG, 2.4 5.TBG, 2.5	Schleusenraum in F120-A, Tür T90 2-flügelig zusätzlich druckwasserdich- te Sondertüren, keine Abtrennung zum Bau- teil A (Stahlhülle), rauchwirksame Abschottung von +9m bis +16,5m, I- bzw. +O-Melder für größere Brand- lasten, oberhalb +16,5m offene Verbindung	DIN 4102, Teil 3 + 4 DIN 4102, Teil 5
tragende Konstruktion	F90 ≙ F90-AB	BayBO, Art. 27 - 29	Stahlbetonbauteile F120-A, Montageöffnungen mit Stahl- betonfertigteilen bzw. Riff- felblech	DIN 4102, Teil 2 + 4
Fugen	Fuge zwischen Bauteil B und Bauteil C im eingebauten Zustand feuerbeständig ge- schützt	5.TBG, 2.2	Gebäudefuge Styropor mit 8 cm Lita-flex-Abdeckung	in Anlehnung an DIN 4102, Prüfzeugnis

Tabelle B3 Blatt: 2	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil B (Ringraum)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	doppelte T90/K90-Verschlüsse auf -6,0m in der Schleuse zum Hilfsanlagegebäude	5.TBG, 2.4	an Schleuse Tür T90, sonst Türen T90 Türen T 30 Klappen K 90	DIN 4102, Teil 5 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall DIN 18082 DIN 4102, Teil 6
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen	Rohrdurchführungen nicht-brennbar und gegen Brandübertragung gesichert	BayBO, Art. 22.4	Kabelschotts Naumann F90 Brattberg mit Mörtelschotts F90, spezifizierte Rohrdurchführungen, Kunststoffleitungen mit geprüften Durchführungen	Zustimmung im Einzelfall allgemeine bauaufsichtl. Zul. keine Prüfzeugnis
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheitskriterien KTA 3501	feuerbeständige Abschottung von Kabelschächten und Kabelverteilungen, ausgenommen Steigeschächte	DIN 4102, Teil 2

Tabelle B3 Blatt: 3	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil B (Ringraum)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	Abschottungen F90/T90/K90 für brennbare Flüssigkeiten und für Räume mit erhöhter Brand- und Explosionsgefahr	BayBO, Art. 30 5.TBG, 2.2 + 2.3	feuerbeständige Abschottung von Kabelschächten, Kabelverteilungen und HD-Förderpumpen, Ringraumfilter (Stahlbeton F90, Türen T90, Promat F90 Trennwände bzw. Abschottungen), Kabel zum größten Teil abgeschottet	DIN 4102, Teil 2 DIN 4102, Teil 4 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall
Branderkennung	Rauchmelder in allen Räumen mit größerer Brandlast; für Brandfrüherkennung weitgehend Ionisationsfeuermelder	5.TBG, 2.5 5.TBG, 2.12	flächendeckend realisiert, zusätzlich Druckknopfmelder in Treppenträumen; Rauchmelder teilweise nicht unter einer Decke, sondern mit Rauchfangschirm	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen, falls sonst kein ausreichender Schutz	5.TBG, 2.2	keine selbsttätigen Feuerlöschanlagen; alternativ manuelle Brandbekämpfung, dazu ausreichende Anzahl von Wandhydranten und mobilen Feuerlöschern vorhanden	BlaBuK-Merkblatt "Tragbare Feuerlöscher"

Tabelle B3 Blatt: 4	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorgebäude Bauteil B (Ringraum)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenträume	Treppenträume in Achsen 18° und 181° in feuerbeständiger Ausführung mit Überdrucklüftung oder Rauchabführung; alternativ Selbstretter als Fluchtgerät für fehlende Rauchabführung	BayBO, Art.37+38 5.TBG,2.4+2.10 Änderung 3. TBG	2 Treppenträume bis +12m; keine Überdrucklüftung oder Rauchabführung; Selbstretter als Fluchtgerät	
Angriffswege Flucht- und Rettungswege	die beiden Treppenträume müssen von jeder Ebene aus erreichbar sein, Treppenraum an Materialschleuse mit Ausgang ins Freie	5.TBG, 2.33.1 5.TBG, 2.33.2	beide Treppenträume bei -6m von Reaktor-Hilfsanlagengebäude sowie über außenliegenden Treppenraum und Ringbühne +21,5m erreichbar; Angriff, Flucht und Rettung durch lange Wege und fehlende Entrauchung erschwert (max. Weg 120 m), umluftunabhängige Atemschutzgeräte, umluftabhängige Selbstretter	
Rauch- und Wärmeabzug	Rauchabführung in den Treppenträumen	5.TBG, 2.10 + 2.33.5 StrlSchVO	keine Rauchabführung; Selbstretter als Fluchtgerät	

4.3.3 Reaktorhilfsanlagengebäude

Das Reaktorhilfsanlagengebäude (Bauteil C) reicht bis ca. + 20,50 m über Geländeniveau. Es ist als konventioneller Stahlbetonbau mit sehr dicken Stahlbetonwänden bis zur Ebene + 10 m ($d = 50 - 100$ cm) zu betrachten. Die oberen Geschosse auf + 12,0 m und + 16,5 m sind zwischen den Achsen 9 und 22 bzw. B und E als Stahlbetonskelettkonstruktion zur Aufnahme von Büro-, Labor- und Sozialräumen ausgeführt. Die Zwischenwände sind in diesen Bereichen überwiegend als 24 cm dicke Mauerwerkswände errichtet.

In der Achse 13 ist eine von unten nach oben durchgehende ca. 3 cm breite Gebäudetrennfuge angeordnet, die mit nicht-brennbaren Dämmstoffen ausgefüllt wurde. Die Treppenträume - ein außen liegender zwischen den Achsen 16 und 18 sowie ein innen liegender zwischen den Achsen 9 und 11 - sind mit 50 und 30 cm bzw. 25 cm dicken Stahlbetonwänden umgeben. Die Zwischengeschosse auf + 3,0 m und + 9,0 m sind nicht direkt an die Fluchttreppenhäuser angeschlossen, sondern nur über das darunter liegende Hauptgeschoß mit ihnen verbunden.

Eine große Anzahl von Räumen, z. B. das Faßlager, die Räume für Kühlmittelspeicher und Abwasserbehälter und die Abgasverzögerungsstrecke, erstreckt sich über mehrere Geschosse, d. h. die Geschoßdecken springen bereichsweise über mehrere Ebenen, so daß das gesamte Gebäude als ein Brandabschnitt anzusehen ist.

Die Abmessungen der Wände und Decken sind den Erfordernissen des Strahlenschutzes angepaßt. Entsprechend diesen Anforderungen sind Stellwände und einige Wandbereiche als Setzsteinwände mit vorgefertigten Abschirmsteinen aus Beton gemauert.

Die sicherheitstechnischen Randbedingungen im Hilfsanlagengebäude (Bauteil C) gemäß Tabelle C 1 sind im wesentlichen durch das vorhandene radioaktive Inventar und durch die

nukleare Lüftungsanlage bestimmt. Dementsprechend sind auch die Sondermaßnahmen und Sonderbauteile ausgelegt.

Die brandschutztechnischen Randbedingungen sind auf Tabelle C 2 zusammengestellt. Für die wesentlichen Brandgüter liegen Mengenangaben vor, wobei punktuelle Brandlastanhäufungen festgestellt wurden. Die vorgefundenen Maximalwerte für die spezifische Brandbelastung sind mit den im Containment festgestellten Werten vergleichbar. Aufgrund der betrieblichen Ausstattung ergeben sich im Hilfsanlagengebäude sehr unterschiedliche Arten von Zündquellen.

Die Brandschutzmaßnahmen im Bauteil C sind auf den Tabellen C 3 zusammengestellt. Aus betrieblichen Gründen ist es nicht möglich, gemäß Art. 31 der Bayerischen Bauordnung jedes Geschoß als eigenen Brandabschnitt auszubilden. Die Brandabschnittsgrenzen springen über mehrere Geschoßebenen. Die eingebauten Türen und Schotts sind teilweise durch Zustimmung im Einzelfall genehmigt. Auf den Einbau selbsttätiger Feuerlöscheinrichtungen wurde wegen anderer Maßnahmen (Vorhaltung zusätzlicher Brandbekämpfungseinrichtungen) verzichtet. Im Hinblick auf die erschwerte Flucht- und Rettungswegsituation sind als Alternativmaßnahme Selbstretter und eine besondere Fluchtwegkennzeichnung vorgesehen.

Tabelle C1	Sicherheitstechnische Randbedingungen - Reaktorhilfsanlagengebäude C			
Art des Störfalles	Betroffene , Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Erdbeben (nach DIN), Ansaugen explosions- fähiger Gase Strahlenschutz	Behälter, Komponenten, radioaktive Abfälle, nukleare Lüftungs- anlage	schwach und mittelaktiv	tragende Konstruktion feuerbeständig und nichtbrennbar, manuelle Brandbe- kämpfung	geschlossene Behälter, Abkammerung, technische Einrich- tungen (z.B. E-Luft- erhitzer abschalten, Klappen schließen), Edelstahlleitung für Methan, Wasserstoff, Sauerstoff.

Tabelle C2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Reaktorhilfsanlagengebäude (C)					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
1	7226	Kabelisolierungen (PVC)	57.670	830,5			elektrische (Antriebe, E-Lufterhitzer) chemische Reaktionen (z.B. Recombinator) Selbstentzündung (Aktivkohle) Fahrlässigkeit
		Aktivkohle	5.350	214,0			
		Holz	40	0,7			
		Harze, Filtereinsätze	ohne Angaben				
		Putzwolle	- " -				
		PU-Schaum	- " -				
		PE-Rohre	- " -	1.045,2	145		
		Dekontanstriche	- " -				
	6	Kabelisolierungen (PVC)	<u>7.500</u>	36,0	36,0	6.000	
			3				

*) nach DIN 18230 E

Tabelle C3 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorhilfsanlagengebäude (C)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Jedes Geschoß als eigener Brandabschnitt; Schleusen-Vorraum auf +12,0 m als Sicherheitsbereich	Bay BO, Art. 31 + 66 5. TBG, 2.5 5. TBG, 2.4	Brandabschnittsgrenze springt über mehrere Geschoßebenen; Schleusen-Vorraum gemäß Anforderung, jedoch mit 2-flügeliger Tür T90	DIN 4102, Teil 5
tragende Konstruktion	F 90 ($\hat{=}$ F 90 - AB)	Bay BO, Art. 27-29	Stahlbetonbauteile i.a. > F 120-A z.T. F 180-A	DIN 4102, Teil 2+4
Fugen	Trenn- und Dehnfuge im eingebauten Zustand feuerbeständig geschützt	5. TBG, 2.2	Fuge aus Styropor mit 8 cm Lita-flex-Abdeckung	DIN 4102, Teil 2 Prüfzeugnis

Tabelle C3 Blatt 2	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorhilfanlagengebäude (C)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	T90/K90-Verschlüsse an den Deckenöffnungen/ oder Öffnungen in feuerbeständigen Wänden; Türen T90 für die beiden Treppenräume; mind. T30/K30-Verschlüsse für notwendige Öffnungen in feuerbeständigen Wänden F90	Bay BO, Art. 30-34 5. TBG, 2.5 Bay BO, Art. 38 5. TBG, 2.34	Sondertüren ohne Brandschutzanforderung an Schleuse zum Reaktorgebäude dazwischen Tür T90 Türen T 90; Klappen K90, z.T. gasdichte Jalousieklappen ohne Brandschutzqualifikation	DIN 4102, Teil 5 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall; DIN 4102, Teil 6
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen	Rohrdurchführungen nicht-brennbar und gegen Brandübertragung gesichert Sondervereinbarung über Rauch- und Kabelschotts	Bay BO, Art. 32.4	Kabelschotts Naumann F30 u. F90 Brattberg/Mörtelschott F90 spezifizierte Rohrdurchführungen	Zustimmung im Einzelfall, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Redundanztrennung	----		----	

Tabelle C3 Blatt: 3	Schutzmaßnahmen - Reaktoranlagegebäude (C)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	F90 für größere Brandlasten	Bay BO, Art. 30 5. TBG, 2.2 + 2.3	Harze und Aktivkohle in Behältern oder geschlossenen Systemen, Harze in Wasser; Kabelschächte feuerbeständig F90 mit Kabelschotts F90 u. Türen T90 bzw. Türen T30; Schaltschränke und Kabelverteilungen in notwendigen Fluren abgeschottet; vertikale Abschottung F90 mit K90, T30 in Fluren; rauchwirksame Abschottung in Flur auf 12,0 m und im Rohrkanal	DIN 4102, Teil 2 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall DIN 18082 DIN 4102, Teil 5 + 6 ungeprüft
Branderkennung	Rauchmelder in allen Räumen m. größerer Brandlast; für Brandfrüherkennung weitgehend Ionisationsfeuermelder	5. TBG, 2.5 5 TBG, 2.12	gemäß Anforderungen, Druckknopfmelder in Treppenträumen und Gängen, z.T. optische Rauchmelder	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen, falls sonst kein ausreichender Schutz	5. TBG, 2.2	Wandhydrantenkasten mit zusätzlichem C-Anschluß in den Treppenträumen auf allen Geschossen; Vorhaltung zusätzlicher Schläuche; mobile Feuerlöscher	BlaBuk-Merkblatt "Tragbare Feuerlöscher"

Tabelle C3 Blatt: 4	Brandschutzmaßnahmen - Reaktorhilfsanlagengebäude (C)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenräume	2 unabhängige Treppenräume mit Überdrucklüftung oder Rauchabführung; Türen feuerbeständig und selbstschließend Alternativmaßnahme wie Bauteil A	Bay BO, Art. 38 5. TBG, 2.10 + 2.33.5 5. TBG, 2.34 Änderung 3.TBG	Treppenhäuser gemäß Anforderung, jedoch ohne Überdrucklüftung oder Rauchabführung; Selbstretter als Fluchtgerät	
Angriffswege Flucht- und Rettungswege	beide Treppenräume in allen Geschossen von jedem Raum aus erreichbar; in Höhe der Erdgleiche Ausgang ins Freie	5. TBG, 2.34	2 Treppenräume von allen Geschossen aus erreichbar, über lange Flure rauchdicht abgeschottet; Schutzwannen unter Kabeltrassen in Fluren; innerer Treppenraum ohne Ausgang ins Freie, jedoch auf +0 in notwendigen Flur führend; zusätzlicher Zugang von Schaltanlagengebäude auf +12m;	
Rauch- und Wärmeabzug	Entlüftung oder Rauchabführung über kontrollierte Abluftanlage des Nuklearteiles	5. TBG, 2.34 StrlSchVO	keine Rauchabführung, Selbstretter als Fluchtgerät	

4.3.4 Schaltanlagegebäude

Das ca. 75,0 m lange und ca. 26,5 m breite Schaltanlagegebäude (Bauteil E) ist voll unterkellert und ca. 22,86 m, im Bereich der vorgezogenen Treppenhäuser ca. 24,50 m über OK Gelände hoch. Es ist als ein Stahlbetonskelettbau mit einer von unten nach oben durchgehenden Gebäudetrennfuge in Achse 2 zu betrachten. Die Geschößdecken über allen Geschossen sind als Plattenbalkendecken ausgeführt, wobei jedoch ein Kabelgeschoß und das darüber liegende Installationsgeschoß brandschutztechnisch je eine Einheit bilden. Die Gründung des Schaltanlagegebäudes erfolgte auf einer biegesteifen Fundamentplatte. Der Anschluß der die 4 vertikalen Redundanzen unterteilenden Stahlbetonzwischenwände an die Stützen und Unterzüge der Skelettkonstruktion erfolgt über Ankerschrauben und Ankerschienen bzw. über Dollenverbindungen. Die Fugen sind jeweils mit Asbestschaum (Litaflex) verfüllt.

Die zwei außen liegenden Treppenhäuser von Ebene - 3,50 bis + 21,80 m sind mit 20 cm dicken Stahlbetonwänden umgeben.

In der Stahlbetonfundamentplatte sind auf der dem Reaktorgebäude zugewandten Seite längslaufende, auf der freiliegenden Gebäudelängsseite vorwiegend querlaufende, in allen Fällen begehbare Kabelkanäle eingezogen. Die Fußböden der Kabelgeschosse mit zugehörigen Betriebsgängen, der Kabelkeller, die Kabelkanäle, das Treppenhaus in Verbindung mit der Montageöffnung und alle Anlagenräume der Hauptgeschosse erhielten zementgebundenen Estrich.

Die Innenwände des Gebäudes bestehen, sofern nicht als aussteifende Stahlbetonwände ausgebildet, aus Mauerwerk.

Die sicherheitstechnischen Randbedingungen des Bauteils E sind auf Tabelle E 1 zusammengestellt. Betroffene Einrichtungen sind u. a. Leittechnik, Energieversorgung und Warte. Die bauliche Redundanztrennung ist durch 4 Brandabschnitte ver-

wirklicht. Der Wartenbereich bildet als nullredundante Einheit einen eigenen Brandabschnitt. Aktivitätsinventar spielt in diesen Bereichen keine Rolle.

Die brandschutztechnischen Randbedingungen des Bauteils E sind auf Tabelle E 2 angegeben. Danach ergeben sich vergleichsweise hohe spezifische Brandbelastungen, wobei die unvermeidlich auftretenden Kabelmassierungen in den Schächten zu Verhältnissen führen, die nahezu außerhalb unseres Erfahrungsbereichs liegen. Im wesentlichen sind nur elektrische Zündquellen anzutreffen bzw. zu erwarten.

Die Brandschutzmaßnahmen im Schaltanlagegebäude sind auf den Tabellen E 3 zusammengestellt. Die baulichen Anforderungen und Ausführungen sind weitgehend kongruent, lediglich bei den Abschlüssen und Schotts mußten vielfach Sondervereinbarungen getroffen werden. Auf den Einbau selbsttätiger Feuerlöscheinrichtungen in den Kabelgeschossen wurde verzichtet. Den Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung wurde von betrieblicher Seite größere Bedeutung beigemessen. Der Rauchabzug wird durch mechanische Entqualmungsanlagen sichergestellt.

Tabelle E1	Sicherheitstechnische Randbedingungen - Schaltanlagegebäude E			
Art des Störfalles	Betroffene Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Erdbeben (AE und SE), Bersten der Druckluftbehälter	betriebliche und sicherheitstechnische Leittechnik und Energieversorgung, Warte und Rechner	---	4 Brandabschnitte zur baulichen Redundanztrennung, tragende Konstruktion feuerbeständig und nichtbrennbar, Branderkennung durch Melder, manuelle Brandbekämpfung, Kanäle mit stationären Einrichtungen, mechanische Entrauchung	Sondertüren mit Brandschutzanforderung

Tabelle E2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Schaltanlagegebäude (E)					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
4	570	Kabelisolierungen (PVC	23.000	331,2	331,2	581	elektrische (Kurz- schluß, Überlastung) Fahrlässigkeit
	685	Kabelisolierungen (PVC	4.360	62,8	77,1	113	
		Holz	795	14,3			
	3	Kabelisolierungen (PVC	10.000	144,0	144,0	48.000	

*) nach DIN 18230 E

Tabelle E3 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Schaltanlagegebäude (E)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Brandwand F 180 im Bereich zum Hilfsanlagegebäude, Öffnungen mit doppelten T90/K90-Verschlüssen; durch Brandwand in Achsen f, l, g, vier Brandabschnitte; jedes Geschoß als eigener Brandabschnitt	5. TBG, 2.4 5. TBG, 2.5	Brandwand zu Hilfsanlagegebäude mit Sondertür und T90 2-flügelig, Brandwände zwischen Redundanzen an Anschlüssen zu Stützen und Decken gefügt (F 120-A); Kabel- und Schaltanlagenräume zählen jeweils als ein Brandabschnitt; brandschutztechnische Trennung bei + 15,5 m mit Pro-mat F 90	DIN 4102, Teil 3 + 4, Zustimmung im Einzelfall Prüfzeugnis
tragende Konstruktion	F 90 ($\hat{=}$ F 90 - AB)	Bay BO, Art. 27-29	Stahlbetonbauteile i.a. >F 120-A	DIN 4102, Teil 2 + 4
Fugen	Gebäudefuge in eingebautem Zustand feuerbeständig geschützt	5. TBG, 2.2	Gebäudefuge in Styropor mit 8 cm Lita-flex-Abdeckung	in Anlehnung an DIN 4102, Teil 2, Prüfzeugnis

Tabelle E3 Blatt: 2	Brandschutzmaßnahmen - Schaltanlagegebäude (E)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	T90/K90-Verschlüsse an den Deckenöffnungen oder Öffnungen in feuerbeständigen Wänden; Türen T 90 für die 2 unabhängigen Treppenräume	Bay BO, Art. 30 -34 5. TBG, 2.5 Bay BO, Art. 38 5. TBG, 2.34	Türen T90, z.T. 2-flügelig; horizontale Einstiegsklappe T90 zu Kabelkanälen; Klappen K90;	DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall DIN 4102, Teil 6
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen	Rohrdurchführungen nicht-brennbar und gegen Brandübertragung gesichert	Bay BO, Art. 32.4	Kabelschotts Naumann F90, Brattberg/Mörtelschotts F90; spezifizierte Rohrdurchführungen; Kunststoffleitungen wie Bauteil A	Zustimmung im Einzelfall, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheitskriterien	bauliche Trennung	

Tabelle E3 Platt: 3		Brandschutzmaßnahmen - Schaltanlagegebäude (E)		
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	F90, T90, K90 bei größeren Brandlasten und Explosions- gefahr	Bay BO, Art. 30 5. TBG, 2.2 + 2.3	Kabelschächte F90 mit Ka- belschotts F 90 und Türen T90 bzw. Türen T30	DIN 4102, Teil 2 DIN 18081, Zu- stimmung im Ein- zelfall, DIN 18082
Branderkennung	Rauchmelder in allen Räu- men mit größerer Brandlast; für Brandfrüherkennung weitgehend Ionisations- Feuermelder; I-Melder in den Zwischen- bodenbereichen und in den Schaltschränken	5. TBG, 2.5 5. TBG, 2.12 5. TBG, 2.12	gemäß Anforderungen, z.T. I-Melder und optische Rauch- melder in gemischter Bele- gung; Druckknopfmelder in Treppen- räumen und Kabelkanälen; Schaltschränke mit gelochter Abdeckung	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	selbsttätige Feuerlöschein- richtungen, falls sonst kein ausreichender Schutz; Löschmittel für Rechner- raum im Einvernehmen mit Hersteller	5. TBG, 2.2 5. TBG, 2.35	Wandhydrantenkasten in den Treppenräumen; Sprühflutanlagen in den Ka- belkanälen mit Handauslö- sung vor Ort und von der Warte aus; Halon-Handfeuerlöscher für Rechnerraum und Warte (trag- und fahrbar)	DIN 14494 BlaBuK-Merk- blatt "Tragbare Feuerlöscher"

Tabelle E3 Platt. 4	Brandschutzmaßnahmen - Schaltanlagegebäude (E)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenräume	2 unabhängige Treppenräume mit Rauchabzugsöffnungen $\geq 5\%$ oder $\geq 0,5\text{m}^2$	Bay BO, Art. 38 5. TBG, 2.35	gemäß Anforderung, jedoch z.T. Verbindung zu Rohrschächten ohne Brandlasten (Stahltür)	
Angriffswege Flucht- und Rettungswege	beide Treppenräume in allen Geschossen von jedem Raum aus erreichbar, in Höhe der Erdgleiche Ausgang ins Freie	5. TBG, 2.35	gemäß Anforderung; überlange Flure in der Mitte mit Tür T 30 abgeschottet; Kabelgeschosse von zwei Seiten zugänglich	DIN 4102, Teil 5
Rauch- und Wärmeabzug	Rauchabzugsöffnungen in den Treppenräumen $\geq 5\%$ oder $\geq 0,5\text{m}^2$; von übrigen getrennte Zu- und Abluftanlagen für Batterieräume	5. TBG, 2.35 5. TBG, 2.35	gemäß Anforderung RWA $0,5\text{m}^2$ in Treppenräumen oberhalb +10 m; getrennte mechanische Entqualmung der 4 Redundanzen mit bis zu 25-fachem Luftwechsel bei 20°C , gemeinsame Zuluft über Betonkanäle, getrennte Abluft	

4.3.5 Notstromdieselgebäude

Das Notstromdieselgebäude (Bauteil K) ist als eingeschossige unterkellerte Stahlbetonkonstruktion zu betrachten, die durch 28 cm dicke Wandscheiben in 4 vertikale Redundanzen aufgeteilt wird. Die Tragkonstruktion besteht aus einem Stahlbetonskelett mit aussteifenden Stahlbetonwänden zwischen den vier Bauwerksabschnitten, ferner aus Stahlbetondecken und -unterzügen in Ortbetonbauweise. Einige Innenwände bestehen aus Mauerwerk.

Mit Ausnahme der Öffnungen für die Zuluftjalousien mit Voggelschutzgittern vor den Notstromdieselaggregaten ist das Gebäude fensterlos ausgeführt.

Die Kellerdecke ist als Stahlbeton-Plattenbalkendecke, die Dachdecke als durchlaufende Stahlbetondecke auf Stahlbetonfertigteilbalken mit T-Querschnitt ausgebildet.

Die sicherheitstechnischen Randbedingungen des Bauteils K sind auf Tabelle K 1 angegeben. Die betroffenen redundanten Einrichtungen sind baulich getrennt in 4 Brandabschnitten angeordnet. Sonderbauteile sind nur in geringem Umfang erforderlich.

Die brandschutztechnischen Randbedingungen sind gemäß Tabelle K 2 vor allem durch die erforderliche Dieselölbevorratung bestimmt. Es ergeben sich punktuell und im Mittel vergleichsweise hohe spezifische Brandbelastungen. Zündquellen der verschiedensten Art liegen ebenfalls vor.

Die Brandschutzmaßnahmen des Notstromdieselgebäudes sind auf den Tabellen K 3 zusammengestellt. Die brandschutztechnischen Anforderungen an das Bauwerk sind erfüllt.

Abschlüsse und Schotts sind größtenteils im Einzelfall geregelt. Zwischen den einzelnen Redundanzen sind aus Gründen des Arbeitsschutzes T 90-Fluchttüren angeordnet. Die

geforderte selbsttätige Feuerlöschanlage für die Kraftstoff-
tagesbehälter ist durch eine manuell zu betätigende Schaum-
löschanlage ersetzt. Ein Rauch- und Wärmeabzug wird durch Öff-
nen der Flügeltore und durch mobile Entqualmungsgeräte si-
chergestellt.

Tabelle K1		Sicherheitstechnische Randbedingungen - Notstromdieselgebäude K		
Art des Störfalles	Betroffene Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Erdbeben (AE und SE), Bersten der Starterflasche	redundante Notstromdiesel- und Kaltwasserversorgung	---	4 Brandabschnitte zur baulichen Redundanztrennung, tragende Konstruktion feuerbeständig und nichtbrennbar, Branderkennung durch Melder, manuelle Brandbekämpfung, stationäre Einrichtungen für Kanäle	Kabelabschottungen, Druckentlastungsklappen für Elektronikraum druckwasserdichte Abschottung der Kanäle

Tabelle K2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Notstromdieselgebäude (K)						
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen	
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung			
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²		
4	148	Kabelisolierungen (PVC)	1.140	16,4			elektrische (Pumpen, Antriebe, Aggregate, Generator) überhitzte Leitungen Autoxidation Fahrlässigkeit	
		Tagesölvorrat (3 m³)	3.000	126,0				
		Dieselölausgleich (2m³)	2.000	84,0				
		PU-Schaum	ohne Angaben		226,4	1.535		
	68	Kabelisolierungen (PVC)	1.000	14,4				
Dieselölvorrat (30 m³)		30.000	1.260,0	1.274,4	18.740			

*) nach DIN 18230 E

Tabelle K3 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Notstromdieselgebäude (K)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Brandwand zum westlich angrenzenden Wasseraufbereitungsgebäude; 3 Brandwände zwischen den einzelnen Anlagen; Brandwände für die Kraftstoffvorratsräume; Fluchttüren zwischen den Redundanzen	Bay BO, Art. 31 8.TBG, 2.21 8. TBG, 2.89	Stahlbetonbrandwände >F 120-A; Zwischen den Redundanzen Fluchttüren T90	DIN 4102, Teil 3+4 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall
tragende Konstruktion	F 90 (= F90-AB)	Bay BO, Art. 27-29 8. TBG 2.20	Stahlbetonbinder,-decken und -wände mind. >F90-A; Montageöffnung über Ölbehälterräumen mit Stahlbetonfertigteilen geschlossen	DIN 4102, Teil 2+4
Fugen	---		---	

Tabelle K3 Blatt: 2	Brandschutzmaßnahmen -Notstromdieselgebäude (K)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Regelung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	Öffnungen zu den Räumen für Dieselölleitstände mit selbst-schließenden Türen T 30; rauchdichte Türen T90 zu den abgehenden Kanälen im Bereich der Achsen 6-10; Türen T90 von den Dieselöl-Vorratsbehälter-Räumen zu den Kanälen	8. TBG, 2.22 8. TBG, 2.38	Türen T90 und Türen T30/2 (Schaltraum); aus Schalträumen Türen T30 mit Scherstift (Pendeltür) Klappen K90	DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall DIN 18082, Zustimmung im Einzelfall DIN 4102, Teil 5 DIN 4102, Teil 6
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen			Kabelschotts Naumann F90, Brattberg/Mörtelschotts F90	Zustimmung im Einzelfall, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheitskriterien	gemäß Anforderungen, jedoch Fluchttüren T 90 in Brandwänden	DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall

Tabelle K3 Blatt: 3	Brandschutzmaßnahmen - Notstromdieselgebäude (K)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	F90 Auffangräume für die Kraftstofftagesbehälter; F90 Abtrennung der Aufstellräume für Notstrom-Dieselaggregate sowie des Aufstellungsraumes der Öllagerbehälter; F90/T90/K90 für Kanäle zu anderen Gebäuden od. Anlagen	8. TBG, 2.21 8. TBG, 2.24 8. TBG, 2.2	gemäß Anforderung, jedoch F90 Auffangwanne für die Kraftstofftagesbehälter, Türen T90	DIN 4102, Teil 2+4 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall
Branderkennung	Rauchmelder in den Kabelkanälen	8. TBG, 2.41.2	I-Melder, z.T. auch optische Rauchmelder in allen Räumen und als Objektüberwachung bei Tagesölbehälter Druckknopfmelder an den Eingängen zu den Redundanzen	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	selbsttätige Feuerlöschanlage als Objektschutz für die Kraftstofftagesbehälter	8. TBG, 2.24	Ölbehälterraum mit Sprühflutanlage (Handauslösung unmittelbar vor dem Raum), Tagesölbehälterraum mit Schwerschaumanlage, Auslösung vor Ort; Wandhydrantenkasten mit Schaumanschluß	DIN 14494 DIN 14493.2

Tabelle K3 Platt: 4	Brandschutzmaßnahmen- Notstromdieselgebäude (K)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenräume	-----		-----	
Angriffswege Flucht- und Rettungs- wege	Schlupftüren in Achse 2; Türen T90 zwischen den ein- zelnen Aggregaträumen; mehrere Möglichkeiten zum Verlassen der Kabelkanäle	8. TBG, 2.89 8. TBG, 2.89 8. TBG, 2.38	gemäß Anforderung	DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall
Rauch- und Wärmeabzug	Rauch- und Wärmeabzugsöff- nungen für die einzelnen Anlagen	8. TBG, 2.25	Querlüftung nach Öffnen der Flügeltore; im Untergeschoß Entrauchung durch mobile Geräte	

4.3.6 Notspeisegebäude

Das ca. 50 m lange und ca. 29 m breite Notspeisegebäude (Bauteil X) - im Bereich der Eingänge und Treppenhäuser bis zu 42 m breit - ragt ca. 8 m über Geländeniveau hinaus. Es hat eine Flachgründung mit biegesteifer Stahlbetonplatte.

Die Tragkonstruktion des Gebäudes besteht aus Stahlbetonwänden und Stahlbetondecken. Die Unterteilung in vier Redundanzbereiche erfolgt durch Stahlbetonscheiben.

Die 35 cm dicken Stahlbetonlängswände zwischen den vertikalen Redundanzen bilden mit der Dachdecke und mit den Außenwänden 15 cm breite Fugen, die eine Aufnahme der Verformungen bei Flugzeugabsturz ohne Beeinträchtigung der Wände zulassen. Die Fugen sind mit Asbestschaum (Litaflex) ausgestopft und jeweils wandseitig mit Blechen abgedeckt.

Die sicherheitstechnischen Randbedingungen des Bauteils X sind auf Tabelle X 1 zusammengestellt. Betroffene Einrichtungen sind u. a. die redundante Energieversorgung und das Reaktorschutzsystem. Den hohen Sicherheitsanforderungen ist durch 4-fach redundante Auslegung und konsequente Redundanztrennung im Bauwerk Rechnung getragen. Hohe brandschutztechnische Werte der tragenden Konstruktion ergeben sich zwangsläufig aus der Auslegung gegen "Einwirkungen von außen".

Die brandschutztechnischen Randbedingungen des Bauteils X sind auf Tabelle X 2 angegeben. Entsprechend ihrer betrieblichen Zuordnung sind die Brandgüter in bestimmten Räumen konzentriert; dadurch ergeben sich extreme spezifische Brandbelastungen, wohingegen der Mittelwert der Brandbelastung vergleichsweise niedrig ist. Zündquellen vielfältiger Art sind vorhanden, z.B. im Bereich der elektrischen Antriebe und Aggregate.

Die Brandschutzmaßnahmen des Notspeisegebäudes sind auf den Tabellen X 3 zusammengestellt. Aufgrund anderer als brandschutztechnischer Auslegungskriterien ergeben sich für die Stahlbetonbauteile sehr hohe Feuerwiderstandsklassen. Für Türen und Schotts wurden größtenteils Zustimmungen im Einzelfall erteilt. Die Brandbekämpfung wird in Rohr- und Kabelkanälen durch Sprühwasser-Löschanlagen gesichert. Aus sicherheitstechnischen Gründen können die beiden notwendigen Treppenanlagen nicht rauchfrei gehalten werden. Deshalb sind als Fluchtgerät umluftabhängige Selbstretter vorgesehen. Die Zugänglichkeit ist aus betrieblichen Gründen bereichsweise eingeschränkt (Steigleitern zu den Rohr- und Kabelkanälen). Im übrigen sind die gestellten Anforderungen erfüllt.

Tabelle X1		Sicherheitstechnische Randbedingungen - Notspeisegebäude X		
Art des Störfalles	Betroffene Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Einwirkungen von außen, Bersten der Starterflasche, Ansaugen explosionsfähiger Gase	redundante Energieerzeugung und -versorgung, Notspeisesystem, Reaktorschutz	---	4 Brandabschnitte zur baulichen Redundanztrennung, tragende Konstruktion feuerbeständig und nichtbrennbar, Branderkennung durch Melder, manuelle Brandbekämpfung, stationäre Einrichtungen für Kanäle und Dieselölbehälterräume	Sondertüren mit Brandschutzanforderungen, Abschottung der Kanäle, druckwasser- und gasdichte Schotts

Tabelle X2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Notspeisegebäude (X)					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
4	162	Kabelisolierungen (PVC)	740	10,7			elektrische (Pumpen, Antriebe, Aggregate, Generator) überhitzte Leitungen, Autoxidation, Fahrlässigkeit
		Schmieröl	210	8,8			
		PU-Schaum	ohne Angaben				
		PE-Rohre	"	"	19,5	120	
	13	Dieselölvorrat (5 m³)	5.000	210,0	210,0	16.156	

*) nach DIN 18230 E

Tabelle X3 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Notspeisegebäude (x)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Brandwände zwischen den vier Anlagen; Brandwände zu den Kabel- und Rohrkanälen; Brandwand bei Achse 7 zu den kopfseitig angeordneten Räumen	10. TBG, 2.5 10. TBG, 2.4 10. TBG, 2.6	Stahlbetonbrandwände >F 120-A; 15 cm Litaflexfuge zur Dachdecke zur Beherrschung des Lastfalles Flugzeugabsturz, Fuge siehe unten	DIN 4102, Teil 3 + 4
tragende Konstruktion	F 90, nicht brennbar	10. TBG, 2.3	Stahlbetonbauteile >F 120-A, Fugen mindesten F 90-A	DIN 4102, Teil 2 + 4
Fugen	----		Fugen zwischen den Bauteilen ≤ 15 cm (Flugzeugabsturz)	Prüfzeugnis

Tabelle X3 Blatt: 2	Brandschutzmaßnahmen - Notspeisegebäude (X)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	F90-Bauteile für die Montageöffnung in der Decke über der Ebene - 4,50 m; Kabelschächte feuerbeständig die F 90 mit Türen T 90 Wände und Decken für die Schaltwarte und die Schaltanlagenräume in F 90 mit mind. T30/K30 - Verschlüssen	10.TBG; 2.7 10.TBG, 2.8 10.TBG, 2.11	Türen T 90 Klappen K 90 horizontale Einstiegsklappe zu Kabel- und Rohrkanal T 90	DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall DIN 4102, Teil 6 DIN 4102, Teil 2 Zustimmung im Einzelfall
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen			Kabelschotts Naumann F 90 oder Brattberg/Mörtelschott F 90	Zustimmung im Einzelfall allg. bauaufsichtl. Zulassung
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheitskriterien	bauliche Trennung	

Tabelle X3 Blatt: 3	Brandschutzmaßnahmen - Notspeisegebäude (X)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	Vorratsbehälter (3000 l) für die Dieselmotorenstoffe in F 90, Zugangsöffnungen selbstschließend und mind. T 30	10.TBG, 2.13	Wände und Decken F 120-A; Tür T 90; flüssigkeitsdichte Auffang- wanne; Kabelzuführung zu Schalt- anlagen durch Betonplatten auf Stahlträgern abge- schottet	DIN 4102, T.2+4 DIN 18081, Zust. im Einzelfall
Branderkennung	Rauchmelder in allen Räumen mit größerer Brandlast; I-Melder in der Schaltwarte und den Schaltanlagenräumen einschl. der Kabelböden	10.TBG, 2.2 10.TBG, 2.11	I-Melder und optische Rauchmelder in gemischter Belegung; Druckknopfmelder in Trep- penräumen und Rohr- und Kabelkanälen	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	Feuerlöscher in ausreichen- der Anzahl	10.TBG, 1.3	Sprühflutanlagen in Rohr- und Kabelkanal zum Reaktor- gebäude sowie im Dieselmotoren- behälterraum, sonst aus- reichend Wandhydrantenka- sten und mobile Handfeuer- löscher, zusätzlich 2 B- Anschlüsse im Querflur	DIN 14494 BlaBuK-Merkblatt "Tragbare Feuer- löscher"

Tabelle X3 Blatt: 4	Brandschutzmaßnahmen - Notspeisegebäude (X)			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenräume	2 notwendige Treppenräume mit Entrauchung, alternativ Selbstretter als Fluchtgerät	BayBO, Art. 37 + 38 10.TBG, 2.10 Änderung der 10. TBG	beide Treppenräume feuerbeständig mit Türen T 90, Selbstretter als Fluchtgerät	DIN 4102, Teil 2, 3 + 4 DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall
Angriffswege Flucht- und Rettungswege	Ausgang vom Treppenraum in Achse f/7 direkt in die Montageschleuse	10.TBG, 2.1	gemäß Anforderung, jedoch Zugang zu Kabel- und Rohrkämen sowie Dieselölbehälterräumen eingeschränkt (Steigleitern); Zugang zu Anlageräumen von zwei gegenüberliegenden Seiten über notwendigen feuerbeständigen Flur	
Rauch- und Wärmeabzug	Entrauchung für die 2 notwendigen Treppenanlagen, alternativ Selbstretter als Fluchtgerät	10.TBG, 2.10 Änderung der 10.TBG	Räume mit Umluft, Selbstretter als Fluchtgerät	

4.3.7 Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke

Die beiden Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke (Bauteil M 2, M 5) sind jeweils zweifach redundant unterteilte unterirdische Stahlbetonbauwerke (- 10,0 m) mit abdeckbaren Montageöffnungen auf ± 0 m und einem aufgesetzten Schutzhaus aus Stahlbeton. Ein Treppenhaus führt bis auf - 7,0 m zu den beiden durch 40 cm dicke Stahlbetonwände und jeweils eine T 30-Tür abgetrennten Pumpenräumen.

Jedes Bauwerk besteht aus zwei Reinigungsstraßen, einer Querkammer und zwei Pumpenkammern.

Die zwei Feuerlöschwasserpumpen stehen je in einer Pumpenkammer der Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke. Die Druckhaltepumpe des Feuerlöschwassersystems steht in der Pumpenkammer des Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerks M 2. Das letztgenannte Bauwerk nimmt auch den Druckbehälter mit seinem Kompressor für das Feuerlöschwassersystem auf.

In den Pumpenkammern sind je Bauwerk die

- Nebenkühlwasserpumpe für Gesicherte Anlage (Betriebskreis),
 - Nebenkühlwasserpumpe für Gesicherte Anlage (Abfahrkreis),
 - Notnebenkühlwasserpumpe,
 - Nebenkühlwasserpumpe für Konventionelle Anlage
- angeordnet.

Die sicherheitstechnischen Randbedingungen des Bauteils M 2 und M 5 sind auf Tabelle M 1 angegeben. Betroffene Einrichtungen sind vor allem die Notkühl- und Feuerlöschpumpen. Brandschutztechnisch sind die Feuerlöschpumpen mit 2 x 100 % Leistung zur Redundanztrennung voneinander abgeschottet. In dem Gebäude selbst ist eine Reihe von Sondertüren vorhanden.

Die brandschutztechnischen Randbedingungen der Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke sind auf Tabelle M 2 zusammengestellt. Als Brandgüter sind im wesentlichen die Kabelisolierungen zu

nennen, wobei eine hohe spezifische Brandbelastung vorliegt.

Die Brandschutzmaßnahmen sind auf den Tabellen M 3 angegeben. Die baulichen Ausführungen entsprechen mindestens den jeweiligen Anforderungen. Wirksame Löscharbeiten sind möglich, wobei der notwendige Rauchabzug durch die in der Decke befindliche Montageöffnung erfolgen soll; diese ist nur von außen mit zusätzlichen Hebeeinrichtungen zu öffnen. Alle übrigen Anforderungen sind erfüllt.

Tabelle M1		Sicherheitstechnische Randbedingungen - Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke M2, M5		
Art des Störfalles	Betroffene Einrichtung	Aktivitätsinventar	Brandschutzmaßnahmen	
			allgemeine Maßnahmen	Sondermaßnahmen und -bauteile
Brand außerdem: Explosionsdruckwelle, Erdbeben, Überflutung, Ansaugen explosions- fähiger Gase	redundante Not- und Nebenkühlwasserpumpen, Feuerlöschpumpen	---	Redundanztrennung, auch brandschutz- technisch	Sondertüren mit Brandschutzanforde- rung (T30)

Tabelle M2		Brandschutztechnische Randbedingungen - Nebenkühlwasserpumpenbauwerke M2/M5					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
1	40	Kabelisolierungen (PVC)	3.000	43,2	43,2	1.080	elektrische (Pumpen, Antriebe) Fahrlässigkeit

*) nach DIN 18230 E

Tabelle M3 Blatt: 1		Brandschutzmaßnahmen - Nebenkühlwasser - Pumpenbauwerk M2/M5		
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	---		Stahlbetonbrandwände > F 120 - A	DIN 4102 Teil 3 + 4
tragende Konstruktion	feuerbeständig F 90 ($\hat{=}$ F 90 - AB)	Bay. BO, Art. 27 - 29	Stahlbetonwände und -decken > F 120 - A Montageöffnungen in Decke über Pumpenraum mit Beton- platten geschlossen	DIN 4102, Teil 2 + 4
Fugen	---		---	---

Tabelle M3 Blatt: 2	Brandschutzmaßnahmen - Nebenkühlwasser - Pumpenbauwerk M2/M5			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	Türen T 30, selbstschlies- send, für die Zugangsöff- nungen zu den beiden Pumpen- räumen	9.TBG, 2.16	Türen T 30; Türen zum Querflur mit 2 x 20 mm Promatplatten brandschutztechnisch er- tüchtigt	DIN 18082
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen	Kabeldurchführungen mit geprüften Einbauteilen F90	9.TBG, 2.2	Naumann F90 Brattberg/Mörtelschott F90	Zustimmung im Einzelfall Zulassung
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheits- kriterien	2 Bauwerke mit je 2 feuer- beständig abgetrennten Redundanzen; Pumpen räumlich getrennt	

Tabelle M3 Blatt: 3	Brandschutzmaßnahmen - Nebenkühlwasser - Pumpenbauwerk M2/M5			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	F 90 für größere Brandlasten		Promat F 90 Abschottung von Kabelmassierungen im Querflur	DIN 4102, Teil 2 (Prüfungszeugnis)
Branderkennung	---		Druckknopfmelder im Treppenhaus und Querkammer	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	---		mobile Handfeuerlöscher	BlaBuK-Merkblatt "Tragbare Feuerlöscher"

Tabelle M3 Blatt: 4	Brandschutzmaßnahmen - Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerk M2/M5			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenträume	Wände feuerbeständig F 90	BayBO, Art. 38	Wände feuerbeständig >F 120 - A, Türen T 30	DIN 4102, Teil 2, 3 + 4 DIN 18082
Angriffswege Flucht- und Rettungs- wege	wirksame Löscharbeiten und Rettung von Menschen er- möglichen	BayBO, Art 16.1	Zugang zu Pumpenräumen über Treppenhaus und Querflur	
Rauch- und Wärmeabzug	notwendig, um wirksame Löscharbeiten zu ermög- lichen	BayBO, Art 16	Entrauchung über Montage- öffnung	

4.3.8 Kabelkanäle und Kabelbrücken

Mit getrennten Kanälen sind die vier redundanten Scheiben des Notstromdieselgebäudes mit den vier Redundanzen des Schaltanlagegebäudes verbunden. Jeder der Kanäle erhält einen der vier Kabelstränge der Notstromversorgung. Die Zugänge, die auch als Fluchtwege dienen, folgen getrennt für jeden Kanal den jeweiligen Redundanzen des Schaltanlagen- und des Notstromdieselgebäudes.

Die Kanäle sind in Stahlbeton erstellt, der zum Schutz gegen Grundwasser wasserundurchlässig ausgeführt und mit einer druckwasserdichten Isolierung versehen ist, die bis zu 3 m unter Gebäudeoberkante reicht.

Die beiden Kabelbrücken vom Schaltanlagegebäude zum Reaktorgebäude-Ringraum bestehen jeweils aus 4 in Blockform angeordneten, durch Stahlbetonwände und -decken voneinander getrennten Kabelgängen. Die Brücken verlaufen im Freien. Die untere Ebene liegt auf + 9 m, die obere auf + 12 m. Die Kabelpools sind in den Gängen angeordnet.

Die Kabelein- und -austritte sind auf beiden Seiten durch feuerbeständige Abschottungen gesichert.

Kabelkanäle und -brücken kommen in der Referenzanlage vielfältig zur Anwendung. Ihre Ausbildung ist weitestgehend vereinheitlicht, so daß es genügt, typische Einzelfälle zu betrachten.

Die brandschutztechnischen Randbedingungen für einen solchen Fall sind auf der Tabelle Kab 1 angegeben.

Die spezifischen Brandbelastungen sind relativ hoch.

Als Zündquelle kommt fast ausschließlich elektrisches Versagen in Frage.

Die Brandschutzmaßnahmen in den Kanälen sind gemäß Tabelle Kab 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Feuerwiderstandsdauer der tragenden Bauteile durchweg weit über den Anforderungen liegen. Abschlüsse, Schotts und Durchführungen sind vorwiegend aufgrund von Zustimmungen im Einzelfall ausgeführt. Die räumliche Trennung (Redundanztrennung) ist eingehalten; auch die Zwischenschotts entsprechen den Anforderungen. Sprühwasser-Löschanlagen werden grundsätzlich nur manuell ausgelöst. Entrauchungsmöglichkeiten sind durch mobile Geräte und Notausstiegsklappen gegeben.

Tabelle Kab 1		Brandschutztechnische Randbedingungen - Kabelkanal von Geb. E zum EB-Trafo					
Brandabschnitte *)		Brandlasten					spezielle Zündquellen
Anzahl	Fläche	Art	Einzelmenge		Brandbelastung		
	m²		kg	10³ · MJ	10³ · MJ	MJ/m²	
1	304	Kabelisolierungen (PVC)	26.690	339,7	339,7	1.116	elektrische (Kurzschluß, Über- lastung) Fahrlässigkeit

*) nach DIN 18230 E

Tabelle Kab 2 Blatt: 1	Brandschutzmaßnahmen - Begehbare Kabelkanäle			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Brandwände Brandabschnitte	Einmündung in Gebäudebrandwände feuerbeständig und in Brandwanddicke mit Türen T 90	11. TBG, 2,5 + 2,1	Stahlbetonbrandwände > F 120 - A, Türen T 90	DIN 4102, Teil 3 + 4 DIN 4102, Teil 5
tragende Konstruktion	aus nichtbrennbaren Baustoffen	11. TBG, 2.7	Stahlbeton >F 120-A	DIN 4102, Teil 2 + 4
Fugen	---		---	

Tabelle Kab 2 Platt: 2		Brandschutzmaßnahmen - Begehbare Kabelkanäle		
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Abschlüsse Feuerschutzklappen	Türen T 90 in Brandwänden und feuerbe- ständigen Abschottungen	11. TBG, 2.5 + 2.6	Türen T 90; horizontale Einstiegsklappe T 90	DIN 4102, Teil 5, z.T. DIN 18081, Zustimmung im Einzelfall DIN 4102, Teil 2
Kabeldurchführungen Rohrdurchführungen	Rohrdurchführungen nicht- brennbar und gegen Brand- übertragung gesichert. Kabeldurchführung F 90 in Brandwänden und feuerbe- ständigen Abschottungen	BayBO, Art. 32.4 11.TBG, 2.5 + 2.6	Kabelschotts Brattberg/ Mörtelschott F 90; Tür-Kabelschott-Kombina- tionen; spezifizierte Rohrdurch- führungen	allgem. bauauf- sichtl. Zulassung Zustimmung im Einzelfall
Redundanztrennung	erforderlich	RSK-Leitlinie BMI-Sicherheits- kriterien	i.a. räumliche Trennung; feuerbeständige Abtrennung benachbarter Redundanzen bei Kanälen zwischen Bau- teil B und X mit Verbindungstür T 90	DIN 4102, Teil 2 + 4 DIN 18081, Zu- stimmung im Ein- zelfall

Tabelle Kab 2 Blatt: 3	Brandschutzmaßnahmen - Begehbare Kabelkanäle			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahme	Reglung	Maßnahme	Beurteilung
Abschottung von Brandlasten	in Abständen von 40 m feuerbeständige Schotten in Brandwanddicke mit selbstschließenden Türen T 90 und Kabeldurchgängen mit auf dem Markt befindlichen Brandschutzsystemen	11.TBG, 2.5 + 2.6	gemäß Anforderungen. Zwischenschotts Brattberg/ Mörtelschotts F 90	DIN 4102, Teil 2 + 4 allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Branderkennung	Rauchmelder (I-Melder) und Druckknopfmelder gemäß VDS-Richtlinien und einschlägigen Normblättern; Schaltung zur betrieblichen Feuermeldezentrale	11.TBG, 2.14 11.TBG, 2.15	flächendeckende Anordnung von Ionisations- und optischen Rauchmeldern (1:1), zusätzlich Druckknopfmelder an Ein- und Ausgängen: Schaltung gemäß Anforderung	VDE 0833 DIN 14675
Brandbekämpfung	selbsttätige Feuerlöschanlage, Schaltung zur Feuermeldezentrale; trockene Feuerlöschleitungen mit Anschlüssen vor und nach jeder Abschottung; Anschlüsse für Einspeisung jederzeit sicher und gefahrlos zugänglich	VDS-Richtlinie 11.TBG, 2.8 bis 2.11 11.TBG, 2.12 11.TBG, 2.13	gemäß Anforderung; jedoch Sprühflutanlage mit Handauslösung	DIN 14494

Tabelle Kab 2 Blatt: 4	Brandschutzmaßnahmen - Begehbare Kabelkanäle			
Kriterium	Anforderung		Ausführung	
	Maßnahmen	Regelung	Maßnahme	Beurteilung
Treppenräume	---		---	
Angriffswege Flucht- und Rettungs- wege			Zugang alle 40 m, Einstieg durch horizontale Abschlußklappen und Steig- leitern	
Rauch- und Wärmeabzug	erforderlich	BayBO, Art. 16	Entrauchung durch mobile Geräte und ggf. durch Notausstiege	

5. BEURTEILUNG DER REGELUNGEN, PRÜFUNGEN UND MASSNAHMEN

5.1 Beurteilung der Regelungen

5.1.1 Auslegungskonzept

Die Brandschutzregelungen für Kernkraftwerke zielen vor allem darauf ab, eine Beeinträchtigung der Reaktorsicherheit durch anlageninterne Brände weitestgehend auszuschließen. Fragen des Schutzes sicherheitstechnisch weniger wichtiger Gebäude, des Personenschutzes und der Verfügbarkeit der Anlage treten im internationalen Vergleich demgegenüber in den Hintergrund. Hier wird auf konventionelle Anforderungen und Lösungen verwiesen. Detailliertere Anforderungen zum Personenschutz finden sich hauptsächlich in der KTA-Regel 2102 "Flucht- und Rettungswege". In den ausländischen Regeln wird mehr auf die erforderlichen Voraussetzungen für eine manuelle Brandbekämpfung - Angriffswege, Rauch- und Wärmeabzug, Notbeleuchtung, Atemschutzgeräte - eingegangen. Fragen der Verfügbarkeit werden naturgemäß in den Richtlinien der Sachversicherer mitbehandelt.

Sinngemäß wird in allen ausgewerteten Regelungen von folgenden Einzelmaßnahmen ausgegangen:

- Brandverhütung
- Branderkennung
- Brandbekämpfung
- Brandeindämmung
- organisatorische Maßnahmen.

Dabei wird eine Austauschbarkeit der Einzelmaßnahmen in gewissen Grenzen allgemein anerkannt. Insbesondere sind Ansätze zur quantitativen Bewertung alternativer Maßnahmen in den neuesten US-Regelungen und in der IAEA-Richtlinie enthalten. Allerdings bleibt dabei die Art der anzustellenden Brand-Störfallanalysen derzeit noch im Dunkeln.

Grundlage der Auslegung sind postulierte Brände in allen Brand-

abschnitten mit sicherheitstechnisch wichtigen Systemen, in denen sich im Betrieb oder bei Revision Brandlasten befinden oder befinden können. Schutzziel ist dann, eine unzulässige Beeinträchtigung der sicherheitstechnisch wichtigen Systeme des betrachteten Brandabschnittes und eine Brandausbreitung auf einen benachbarten Brandabschnitt zu verhindern; bei redundanten Sicherheitssystemen ist die Gefährdung mehrerer Redundanzen auszuschließen. Grundsätzlich werden der Auslegung der Brandschutzmaßnahmen keine Kombinationen des Brandes mit anderen Störfällen zugrunde gelegt. Jedoch werden in den US-Regeln und in der IAEA-Richtlinie Kombinationen mit tatsächlich gleichzeitig zu erwartenden Ereignissen (z.B. häufigere Erdbeben) gefordert, wodurch sich Anforderungen z.B. an die Auslegung der Brandmelde- und Löschanlagen sowie an die Löschwasserversorgung ergeben.

5.1.2 Brandverhütung

Die maßgebenden Brandlasten und die Ursachen einer Brandentstehung werden in den Regelwerken einheitlich beurteilt. Ebenso wird einheitlich eine Minimierung der brennbaren Stoffe gefordert, der jedoch an einigen Stellen betrieblich bedingt Grenzen gesetzt sind. Allgemein werden Bauteile aus nicht-brennbaren Werkstoffen verlangt, andernfalls sind zusätzliche Schutzvorkehrungen zur Verhinderung einer Brandausbreitung erforderlich. Betriebsstoffe sollen weitgehend schwerentflammbar sein. Brennbare Betriebsstoffe sind außerhalb von Bereichen mit sicherheitstechnisch wichtigen Systemen zu lagern. Behälter und Leitungssysteme unterliegen einer umfassenden Qualitätssicherung; zusätzliche Vorkehrungen dienen der Erkennung und Ableitung von Leckagen sowie der Abschirmung benachbarter heißer Teile. Außerdem werden bei Brandlastkonzentrationen (z.B. Ölbekälter, Kabelkonzentrationen, ölgekühlte Transformatoren) bauliche Abschirmungen oder größere Abstände von benachbarten Anlagenbereichen gefordert. Sehr detailliert geht die internationale Richtlinie der Sachversicherer auf die brennbaren Stoffe,

ihre Eigenschaften, spezielle Schutzvorkehrungen oder neuere Entwicklungen alternativer Stoffe ein.

Auch die Maßnahmen zur Verhinderung einer Brandentstehung sind international weitgehend identisch. Sie umfassen im wesentlichen Schutzvorkehrungen zur Vermeidung elektrischer Zündquellen, Abschirmung heißer Teile, Überwachungen, z.B. der Wicklungstemperaturen von Elektromotoren oder der Lagertemperaturen. Besondere administrative Maßnahmen werden für Schweiß- und Schneidearbeiten, z.B. in der Revisionsphase, ergriffen; hierzu zählt u.a. eine zeitlich begrenzte schriftliche Arbeitserlaubnis und die Begleitung durch einen brandschutzerfahrenen Mitarbeiter. Die Bildung explosionsfähiger Gasgemische soll z.B. durch separate Belüftung und Konzentrationsüberwachung verhindert werden. Anlagenspezifische Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen sind detailliert in den o.g. internationalen Richtlinien der Sachversicherer angegeben; sie sind im Prinzip auch im KTA 2101.3-Vorbericht enthalten.

5.1.3 Branderkennung

Durch ein automatisches zentrales Branderkennungs- und Alarmsystem sind alle Bereiche mit (nennenswerten) Brandlasten ständig zu überwachen, um Brände bereits in der Entstehungsphase zu erkennen und wirksam bekämpfen zu können. Die Regelungen über zu überwachende Bereiche, einzeln zu überwachende Objekte, Anforderungen an die Meldezentrale, Anzeigen vor Ort und Steuerung weiterer Funktionen sind international zwar mehr oder weniger detailliert, aber dem Sinn nach einheitlich. Auch über die Art der geeigneten Melder und über Ereignisse, die eine rasche Meldung verhindern können, gibt es kaum Auffassungsunterschiede.

5.1.4 Brandbekämpfung

Zur wirksamen Brandbekämpfung werden in den Regelungen behandelt:

- stationäre Löschanlagen
- Einrichtungen zur manuellen Brandbekämpfung
- Löschwasserversorgung
- Löschtrupps, Werkfeuerwehr, öffentliche Feuerwehr
- Rauch- und Wärmeabzug
- Angriffswege.

Die einzelnen Komponenten werden in den verschiedenen nationalen und internationalen Regeln und Richtlinien mit unterschiedlichem Gewicht belegt.

International werden offensichtlich die Möglichkeiten zur manuellen Brandbekämpfung und zur Handbetätigung stationärer Löschanlagen geringer eingeschätzt als derzeit in der Bundesrepublik. Daher geht die Tendenz mehr zu automatischen Löschanlagen in allen Bereichen mit größerer Brandlast und / oder schwieriger Brandbekämpfung, wobei jedoch Schutzmaßnahmen gegen mögliche Folgewirkungen (z.B. Ableitung des Löschwassers, Schutz von Sicherheitssystemen) erforderlich sind. Als weitgehend verwendbar werden Wasser-Löschanlagen angesehen. Gas-Löschanlagen werden vornehmlich für Räume mit empfindlichen elektrischen und elektronischen Anlagen empfohlen; dabei sind Vorkehrungen zum Schutz des Personals wichtig. In den Richtlinien der Sachversicherer werden Löschanlagen in größerem Umfang auch zum Zwecke der Schadensminderung gefordert.

Hinsichtlich der Ausrüstung mit Geräten zur manuellen Brandbekämpfung sowie zur Löschwasserversorgung besteht international Einigkeit; hier ist KTA 2101.3 auf dem neuesten internationalen Stand. Auch die Notwendigkeit werkseigener Löschkräfte ist unbestritten, wobei sich jedoch die Stärke und der Aufgabenbereich auch an einer in Nähe einsatzbereiten öffentlichen Feuerwehr orientieren kann. Die Planung und Durchführung der

Brandbekämpfung ist nicht einheitlich geregelt; sie erfolgt in der Regel durch einen Brandschutzbevollmächtigten des Betriebs in Abstimmung mit dem Leiter der öffentlichen Feuerwehr.

Die Anforderungen an die Angriffswege für die Brandbekämpfung und eine Rauch- und Wärmeabfuhr aus nichtkontrollierten Bereichen sind im Grundsatz einheitlich. In der kürzlich veröffentlichten IAEA-Richtlinie wird erstmals ausdrücklich eine Rauch- und Wärmeabfuhr auch aus dem Kontrollbereich zugelassen, wenn die zu erwartende Aktivitätsfreisetzung in zulässigen Grenzen bleibt oder eine unzulässige Freisetzung durch den überwachten Betrieb der Rauchabzüge verhindert werden kann.

5.1.5 Brandeindämmung

Die Begrenzung der Brandwirkung auf einen möglichst engen Bereich wird durch folgende Einzelmaßnahmen erreicht:

- Trennung der Gebäude durch Brandwände und / oder ausreichenden Abstand
- Bildung von Brandabschnitten in Gebäuden und Trennung durch feuerwiderstandsfähige Bauteile mit entsprechend geschlossenen Öffnungen und Durchführungen
- Abschottung von größeren Brandlasten durch feuerwiderstandsfähige Bauteile mit entsprechend geschlossenen Öffnungen und Durchführungen
- Trennung redundanter Systeme durch ausreichenden Abstand oder feuerwiderstandsfähige Bauteile
- Verschluß von Lüftungsleitungen beim Durchgang durch Brandabschnittsbegrenzungen oder feuerwiderstandsfähige Ausführung.

Naturgemäß sind die Anforderungen an die zur Brandeindämmung verwendeten Bauteile, Abschlüsse, Durchführungen und Leitungen in den verschiedenen Ländern unterschiedlich. Sie sind nur zusammen mit dem jeweils zugrunde liegenden Prüfverfahren vergleichbar. Bis auf die IAEA-Richtlinie legen die verschiedenen Regeln die

Anforderungen empirisch aufgrund der Erfahrungen im konventionellen Brandschutz fest. In der IAEA-Richtlinie wird dagegen die Forderung nach einer Auslegung aufgrund der Brandstörfallanalyse erhoben; dabei kann die Wirkung der Branderkennungs- und Brandbekämpfungseinrichtungen in Rechnung gestellt werden. Unklar bleibt jedoch das Nachweisverfahren.

5.1.6 Organisatorische Maßnahmen

Die organisatorischen Maßnahmen bestehen aus:

- Qualitätssicherung bei der Planung, Verwirklichung und dem Betrieb der Brandschutzmaßnahmen
- Erfassung aller Brandlasten und ständige Überwachung oder regelmäßige Kontrolle während Bau, Betrieb und Revision
- Kontrolle aller Arbeiten, durch die Zündquellen entstehen können einschließlich Vorkehrungen zur raschen Brandbekämpfung
- Brandschutzausbildung und regelmäßige Übungen des Betriebspersonals und der Werkfeuerwehr, z.T. gemeinsam mit öffentlicher Feuerwehr
- Tests vor Betriebsbeginn und Wiederholungsprüfungen der Melde- und Löscheinrichtungen sowie der Schutzausrüstung
- Benennung eines Brandschutzbeauftragten für die Planung und Koordinierung aller Brandschutzmaßnahmen
- Erstellen genauer Einsatzpläne für die Branderkennung, Brandbekämpfung und ggf. Rettung.

Im Prinzip entsprechen sich die international vorgeschriebenen Maßnahmen. Sehr detaillierte Angaben finden sich in der neuesten US-Vorschrift 10 CFR 50, Appendix R, in der IAEA-Richtlinie und in den internationalen Richtlinien der Sachversicherer.

5.2 Beurteilung der Prüfungen

5.2.1 Baustoffprüfung

Die Baustoffprüfung nach DIN 4102 Teil 1 beurteilt die Brennbarkeit für die Phase des Entstehungsbrandes. Sie sagt nichts aus über das Verhalten im Falle eines Vollbrandes. In die Normprüfung gehen auch die geometrischen Abmessungen und die Art der Verarbeitung als wesentliche Parameter ein. Die Baustoffprüfung nach DIN 4102 erlaubt daher in allen Fällen eine zutreffende Baustoffbeurteilung, wo ein Vollbrand aufgrund anderer brennbarer Stoffe nicht zu erwarten ist und die Randbedingungen in der Prüfung und nach dem Einbau in etwa übereinstimmen. Sofern diese Voraussetzungen erfüllt sind, steht einer Verwendung der nach DIN 4102 geprüften Baustoffe in Kernkraftwerken nichts im Wege.

5.2.2 Bauteilprüfung

Die Prüfung des Brandverhaltens von Bauteilen geht stets vom vollentwickelten Brand aus, wobei die genormte Beanspruchung durch die Temperatur, die Zeit, Druckverhältnisse im Prüfraum, Art des Brennstoffes und ggf. aufgebrachte Belastung definiert ist. Die Versuchsergebnisse können unter Beachtung bestimmter Randbedingungen auf gleichartige Bauteile anderer Abmessungen übertragen werden.

Die Beurteilung nach DIN 4102 erstreckt sich ausschließlich auf das zu erwartende Verhalten beim Brand. Für die Beurteilung der sonstigen Brauchbarkeit sind zusätzliche Grundlagen erforderlich. Bei Kernkraftwerken sind z.B. erhöhte Anforderungen an Dichtigkeit oder an die Temperaturerhöhung vorstellbar, die derzeit nicht geregelt sind.

Wo vor allem das Brandverhalten der Bauteile zu beurteilen ist,

steht mit DIN 4102 Teil 2 bis 7 ein Normenwerk mit einem umfangreichen Katalog geprüfter Bauteile zur Verfügung, das für Kernkraftwerke weitgehend genutzt werden kann. Bauteile, die nicht aus betrieblichen Gründen von genormten Konstruktionen abweichen müssen, sollten zur besseren Überprüfbarkeit möglichst entsprechend DIN 4102 Teil 4 hergestellt werden. Davon abweichende Bauteile sollten immer nach DIN 4102 Teil 2 bzw. den entsprechenden anderen Teilen geprüft und beurteilt werden.

5.2.3 Prüfung von Kabel- und Rohrdurchführungen

Kabel - und Rohrdurchführungen durch Bauteile mit Brandschutzfunktion können allein aufgrund von DIN 4102 Teil 2 nicht beurteilt werden. Daher sind Prüfrichtlinien erforderlich, die zusätzliche Anforderungen im Hinblick auf eine umfassende Brauchbarkeit enthalten.

Für Kabeldurchführungen sind zahlreiche Zulassungen aufgrund entsprechender Prüfrichtlinien erteilt worden. Die entsprechenden zugelassenen Durchführungen können auch in Kernkraftwerken eingesetzt werden, sofern nicht weitergehende Anforderungen, z.B. aus Gründen des Strahlenschutzes, bestehen.

Die Prüfrichtlinien für Rohrdurchführungen beziehen sich derzeit nur auf Rohre aus brennbaren Baustoffen. Für Durchführungen von Rohren aus nichtbrennbaren Stoffen können Zulassungen noch nicht erteilt werden; ihr Einbau bedarf grundsätzlich einer Zustimmung im Einzelfall.

5.2.4 Prüfung von Kabeln und Betriebsstoffen

Für die brandschutztechnische Prüfung von Kabeln auf Flammwidrigkeit liegt ein noch nicht verabschiedeter Normentwurf

vor. Bei der Prüfung der Korrosivität sind einzuhaltende Grenzwerte und bei der Prüfung auf Funktionserhalt die Prüfdauer noch ungeklärt.

Zur Prüfung schwerbrennbarer Betriebsstoffe fehlen bisher einheitliche Prüfverfahren. Gute Ansatzpunkte für ein Prüfverfahren mit möglichst allgemeingültigen Testbedingungen liefert ein von den Bergbaubetrieben der Europäischen Gemeinschaft erstellter Bericht.

5.3 Beurteilung der Maßnahmen

5.3.1 Brandverhütung

Die Maßnahmen zur Brandverhütung in der Referenzanlage entsprechen im wesentlichen dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse. Es wurden durchweg nichtbrennbare Baustoffe verwendet; brennbares Fugenmaterial ist gegen Entzündung wirksam geschützt. Dämm- und Isolierstoffe sowie Anstriche sind im allgemeinen schwerentflammbar. Brennbare Betriebsstoffe sind von den übrigen Anlagenbereichen baulich getrennt gelagert und besonders geschützt. Das Eindringen von brennbaren Flüssigkeiten in Leitungsisolierungen wird durch entsprechende Ummantelungen verhindert. Zur Leckageverhinderung bei Systemen mit brennbaren Flüssigkeiten und Gasen sind qualitätssichernde Maßnahmen ergriffen. Bei H_2 -Leitungen sind zusätzlich Absperrungen und Konzentrationsmessungen vorgesehen. Ein Auftreffen von Ölleckagen auf heiße Teile wird durch Schutzvorkehrungen vermieden.

In Kabelkanälen sind teilweise Steuer- und Meßkabel über Leistungskabeln verlegt. Die Kanäle sind jedoch frei von sonstiger Brandlast.

5.3.2 Branderkennung

Die Branderkennung und -meldung erfolgt durch eine Anlage der Firma Siemens. Sie entspricht den derzeitig gültigen Anforderungen. Etwa 300 Meldelinien für Rauchmelder und 100 Meldelinien für Druckknopfmelder sind installiert. Die Bestückung der einzelnen Gebäude ist normal (15-20m²/Melder); dabei ist zu beachten, daß die Anbringung von Rauchmeldern in der empfohlenen Form unter Decken praktisch nicht immer möglich ist (Abhilfe: Rauchfangschirme).

Vorteilhaft ist die gemischte Anwendung von Ionisations- und optischen Rauchmeldern im Bereich von reinen Kabelbrandlasten, bei gemischten Brandlasten kommen nur I-Melder zur Anwendung. In Kabelkanälen ist ein Melderabstand von etwa 7 m vorgesehen, die Bestückung beträgt hier somit ebenfalls 15 - 20 m²/Melder.

5.3.3 Brandbekämpfung

Stationäre Löschanlagen sind nur in ganz besonders gefährdeten Bereichen wie

- Hauptkühlmittelpumpen
- HKMP-Ölversorgung,
- Kraftstoffvorratsbehälter,
- Kabelkanälen,
- Trafostationen (teilweise)

vorhanden. Das Brandbekämpfungskonzept beruht ganz wesentlich auf einer manuellen Brandbekämpfung vor Ort durch die Werk- und freiwilligen Feuerwehren. Dieser Sachverhalt wird durch die jeweils vorgesehenen Handauslösungen der

Sprühwasser-Löschanlagen besonders deutlich. Eine sinnvolle und moderne Überarbeitung dieses Konzepts sollte bei zukünftigen Anlagenplanungen diskutiert werden.

Die Wasserversorgung der Sprühwasser-Löschanlagen ist von der übrigen Versorgung nicht getrennt. Die Verfügbarkeit von Löschwasser ist dabei durch spezielle Fließ-Druck-Prüfungen nachgewiesen. Im übrigen stehen zwei Feuerlöschpumpen mit jeweils 100 % Förderleistung (6000 l/min bei 13,2 bar) zur Verfügung. Bei dem Einsatz von stationären Löschanlagen ist zu beachten, daß der Löscherfolg ganz wesentlich von der Anordnung der Sprühdüsen und dem Sprühbild abhängt. In einigen Bereichen der Anlage scheidet der Einsatz von Löschanlagen u. U. auch aus diesen Gründen aus, so daß die Möglichkeit, eine manuelle Brandbekämpfung vorzunehmen, in jedem Fall erforderlich ist. Die Vorhaltung einer entsprechend ausgerüsteten Werkfeuerwehr ist somit unabdingbar notwendig.

Im Hinblick auf den abwehrenden Brandschutz ist § 37 der Strahlenschutzverordnung zu beachten. Im vorliegenden Fall sind diesbezügliche Maßnahmen entsprechend der Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern vom 14.11.1979 Nr. I D 1-3082-12/4 (MABl. S. 694), "Richtlinien für den Einsatz von Feuerwehren an strahlengefährdeten Einsatzstellen" ausgeführt. Durch die zeitlich begrenzten Einsatzdauern an strahlenden Objekten ist u. U. eine erhöhte Anzahl von Feuerwehrleuten erforderlich. Bei der Einrichtung einer Werkfeuerwehr muß dieses beachtet werden.

Die Forderung, Zufahrten zu sämtlichen Gebäuden für Feuerwehrfahrzeuge und soweit erforderlich Umfahrtmöglichkeiten bereitzustellen, ist im vorliegenden Fall erfüllt. Sämtliche Zufahrtswege sind mindestens 4 m breit, und alle überbauten Durchfahrtsöffnungen sind $\geq 3,5 \times 3,5 \text{ m}^2$ groß. Die

Forderung, eine zweite Zufahrtsmöglichkeit für Feuerwehrfahrzeuge zu schaffen, wurde aus Sicherheitsgründen fallen gelassen; eine Ersatzmaßnahme ist vorgesehen.

Bei der Beurteilung des Rauch- und Wärmeabzugs in der Referenzanlage sind die nukleare Lüftung und die konventionelle Lüftung zu unterscheiden. Eine Entqualmung des Sicherheitsbehälters, Ringraums und Hilfsanlagengebäudes ist aus Gründen des Strahlenschutzes nicht möglich, so daß sich diesbezügliche Bemühungen im wesentlichen auf die Bereitstellung von Ersatzmaßnahmen konzentrieren. Dabei sind im vorliegenden Fall als Alternativmaßnahme Selbstretter als Fluchtgeräte sowie zusätzliche Fluchtwegmarkierungen vorgesehen. Neuere Konzepte über zusätzliche Maßnahmen werden in Abschnitt 5.4 angesprochen.

Im konventionellen Bereich der Anlage ist die Entqualmung der Treppenträume gewährleistet, wobei 5 % Öffnungsfläche, mindestens jedoch $0,5 \text{ m}^2$ vorgesehen sind. Ungünstig ist jedoch die Verlegung von Kabeltrassen in einigen Flurbereichen der Gebäude, wobei die Rauchverschleppung u.a. durch Zwischenwände mit Feuerschutztüren behindert werden soll.

In einigen Gebäudenbereichen, z.B. im

- Notstromdieselgebäude,
- Notspeisegebäude,
- Kabelkanäle,

ist ein Rauchabzug nur mit mobilen Geräten möglich. Diese Maßnahme ist insoweit zweckmäßig, als sie der Rauchverschleppung etwas entgegenwirkt. Für die eigentliche Brand-

bekämpfung ist umluftunabhängiger Atemschutz jedoch grundsätzlich notwendig.

Der vorgesehene maschinelle Rauchabzug im Schaltanlagengebäude muß unter ähnlichen Gesichtspunkten gewertet werden. Alle Maßnahmen, die der Rauchverschleppung entgegenwirken, sind günstig und zweckmäßig; es wurde jedoch in Abschnitt 3.9 darauf hingewiesen, daß eine quantitative Beurteilung der getroffenen Maßnahmen derzeit schwierig ist.

Das Problem der Verqualmung ist vermutlich auch langfristig nicht vollständig lösbar. Insofern kommt der Ausbildung der Angriffs- und Rettungswege, insbesondere jedoch auch der Fluchtwegkennzeichnung, besondere Bedeutung zu (s. Abschnitt 5.3.5). Demgegenüber ist das Problem des Wärmeabzugs zumindest in den von dicken Massivbauteilen begrenzten Bereichen als gering einzustufen. Aufgrund der vorliegenden Bauteildicken und gewählten Überdeckungen sind diese Bauteile zur Aufnahme größerer Wärmemengen geeignet.

5.3.4 Brandeindämmung

Die Trennung der verschiedenen Gebäude und die Unterteilung in Brandabschnitte und brandschutztechnisch abgetrennte Bereiche entspricht dem Stand der Technik. Die tragenden Konstruktionen der einzelnen Gebäude erreichen durchweg die Feuerwiderstandsklasse F 90-A, teilweise sogar F 120-A und darüber. Die vergleichsweise hohe Brandsicherheit ergibt sich zum Teil jedoch zwangsläufig als Folge anderer überwiegend sicherheitstechnischer Forderungen, die an das Bauwerk gestellt werden. Sie wird und kann auch nicht im Bereich von Türen und Klappen konsequent durchgehalten werden.

Abschlüsse wie Feuerschutztüren und Feuerschutzklappen sind bei Bauwerken dieser Art von größter Bedeutung. Die Unter-

suchungen haben ergeben, daß im vorliegenden Fall diesbezüglich eine große Anzahl verschiedener Formate und Typen zur Anwendung kommt, wobei für viele Typen eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich war. Nur ein Teil der Abschlüsse ist mit genormten Ausführungen identisch. Eine sinnvolle Beschränkung der Formate und Typen auf wenige Standardabschlüsse wäre zweckmäßig und brächte auch wirtschaftliche Vorteile. Im Hinblick auf die erforderlichen Sonder-türen kann man jedoch nicht gänzlich auf Sonderregelungen bei den Abschlüssen verzichten.

Die gewählten Systeme für Kabelabschottungen und Durchführungen für Kunststoffleitungen entsprechen dem gegenwärtigen Standard. Die spezifizierten Rohrdurchführungen weisen ebenfalls einen hohen Feuerwiderstand auf, sie können aufgrund fehlender Prüfrichtlinien jedoch nicht klassifiziert werden. Prinzipiell ist die in der Referenzanlage vorgesehene Abschottung sämtlicher Durchführungen in Wänden, Decken und Böden jedoch ein wesentliches Kriterium für den baulichen Brandschutz.

Eine bauliche Trennung von redundant verlegten Kabeltrassen ist bis auf den Containmentbereich vorhanden. Im Containment ist teilweise nur eine räumliche Trennung möglich. Verbesserungen sind im Ringraum vorstellbar und z. B. im Rahmen neuerer Anlagenplanungen (s. Abschnitt 5.4) auch bereits berücksichtigt. Grundsätzlich sollten räumliche Trennung und bauliche Abschottung immer Hand in Hand gehen, wobei jede Abschottungsmaßnahme im Hinblick auf zusätzlich erforderliche Meldeeinrichtungen zu überprüfen ist.

Die konstruktive Ausbildung von Gebäuden der vorliegenden Art erfordert sorgfältige Detailplanungen und große Erfahrung. Ohne positive oder negative Wertung seien im folgenden diesbezüglich einige wichtige Punkte erwähnt, die bei der Referenzanlage (und vermutlich auch bei Anlagen ähnli-

chen Typs) besonders zu beachten waren:

- Ausbildung der Gebäudefugen, Fugenmaterial,
- Ausbildung von Zwischengeschoßen im Hinblick auf die Brandbekämpfung,
- Mindestbreiten und -höhen von Durchgängen, Fluren, Treppen und Öffnungen,
- Gestaltung von Fluchtwegen, z. B. Vermeidung von Einbauten,
- Ausbildung von Brandwänden (ggf. mit "geschützten" Öffnungen),
- Ausbildung von Sonderbauteilen, die nicht aufgrund bestehender Regelungen geprüft werden können.

Bauliche Brandschutzmaßnahmen, die aufgrund der Betriebsverhältnisse nicht oder nur teilweise durchführbar sind, wurden in der Referenzanlage durch zusätzliche betriebliche Einrichtungen ersetzt, wobei überwiegend auf vorliegende Erfahrungen aus der Kraftwerksindustrie zurückgegriffen werden konnte. Prinzipiell ist eine derartige Einführung von Ersatzmaßnahmen sinnvoll und zulässig. Schwierigkeiten ergeben sich jedoch bei der Bewertung solcher Maßnahmen, so daß es häufig zu einer Überbetonung von betrieblichen Brandschutzeinrichtungen kommt. Bei der Referenzanlage ist dieses Problem in angemessener Form gelöst.

5.3.5 Angriffs-, Flucht- und Rettungswege

Die Beurteilung von Angriffs-, Flucht- und Rettungswegen kann nur auf der Grundlage der zugehörigen Begriffsdefinitionen erfolgen. Danach ist der Angriffsweg der Weg, auf dem sich die Feuerwehr bewegt, um eine wirkungsvolle Brandbekämpfung vornehmen zu können. Der Fluchtweg entspricht dem Weg, der gegangen, gelaufen, gestiegen oder gesprungen

wird, um in "das Freie" als Synonym für die Sicherheit zu gelangen. Demgegenüber ist der Rettungsweg

- a) der Weg des Retters zu dem zu Rettenden und
- b) der Weg, den der zu Rettende zurückzulegen hat, um "das Freie" zu erreichen.

"Das Freie" in diesem Sinne ist eine geeignete, nach oben offene Verkehrsfläche (Stauraum), von der aus der öffentliche Verkehrsraum sicher erreicht werden kann.

In den Gebäuden der Referenzanlage sind jeweils mindestens zwei Flucht- und Rettungswege für Aufenthaltsräume vorgeschrieben und ausgeführt. Diese Wege sind in der Regel identisch mit den Angriffswegen. Der Angriff im Bauteil A ist vornehmlich über die Personenschleuse möglich. Er muß über das Hilfsanlagengebäude erfolgen, wobei eine Wegstrecke von ca. 120 m zurückzulegen ist. Der Zeitraum, einen Angriff vorzutragen, wird durch den Schleusvorgang naturgemäß verzögert. Die Angriffs- und Flucht- bzw. Rettungssituation ist im gesamten Reaktorgebäude somit außerordentlich kompliziert, weil dort vergleichsweise lange Wege zurückzulegen sind und keine Möglichkeiten der Entqualmung bestehen. Um dennoch ein geeignetes Fluchtkonzept aufrecht erhalten zu können, ist u.a. der Einsatz von umluftabhängigen Selbstrettern vorgesehen.

Bei den derzeit geplanten Neuanlagen wird die Flucht- und Rettungssituation im Reaktorgebäude verbessert (vgl. Abschnitt 5.4.6).

In der Referenzanlage sind Flucht und Rettung, aber auch der Löschangriff nur unter erschwerten Bedingungen möglich, wobei beispielsweise als wesentliche Punkte zu nennen sind:

- die überlangen Wege,
- Flure mit Einbauten (Schaltschränke, Kabeltrassen),

- niedrige Durchgangshöhe in Zwischengeschossen (Bauteil E),
- fehlende Entqualmungsmöglichkeiten (teilweise).

Demgegenüber stehen:

- Einsatz einer Werkfeuerwehr,
- Einsatz von 5 freiwilligen Feuerwehren mit Anmarschzeiten von ca. 15 Minuten aus der Umgebung,
- Einsatz umluftabhängiger Selbstretter,
- Einsatz einer Brandmeldeanlage,
- Unterteilung überlanger Flure in Rauchabschnitte.

Der Schnelligkeit eines vorzutragenden Brandangriffs kommt in diesem Konzept somit eine hervorragende Bedeutung zu.

Neben der Brandmeldung spielt dabei das vorgesehene Leitsystem für Flucht und Rettung eine bedeutsame Rolle. Bei zukünftigen Entwicklungen sind aufgrund der vorliegenden Erfahrungen folgende Verbesserungen vorstellbar (vgl. Abschnitt 5.4.4 und 5.4.6):

- Begrenzung der Flucht- und Rettungsweglängen auf ≤ 35 m und Schaffung von Ausgängen unmittelbar ins Freie
- Schaffung von Feuerwehraufzügen, soweit erforderlich
- Besetzung der Werkfeuerwehr mit überwiegend hauptamtlichen Kräften
- Begrenzung der Verqualmung durch Verwendung von FRNC-Kabeln und Schaffung wirksamer Rauchabschottungen
- Einsatz von Sprühflutanlagen bei verbleibenden PVC-Kabeltrassen.

5.4 Neuere Entwicklungen

5.4.1 Allgemeines

Bei der Referenzanlage wurde versucht, die Brandschutzmaßnahmen teilweise zu einem sehr späten Zeitpunkt den sich entwickelnden Regelungen für Kernkraftwerke anzupassen; der Baufortschritt ließ jedoch einschneidende Änderungen, z.B. im Hinblick auf konsequente brandschutztechnische Trennung von Redundanzen, Abschottung von Brandlasten und kürzere Angriffs-, Flucht- und Rettungswege nicht mehr zu. Trotz aufwendiger Nachrüstungen konnte daher der in Abschnitt 2 erläuterte Umfang des Brandschutzes z.T. nur über Alternativ- oder Ersatzmaßnahmen sichergestellt werden.

Die Brandschutzkonzeption einiger im Genehmigungsverfahren befindlicher Kernkraftwerke (Baulinie 80) trägt den internationalen Erkenntnissen dagegen weitestgehend Rechnung. Sie soll daher hier in die Beurteilung der Brandschutzmaßnahmen einbezogen werden. Zu diesem Zwecke werden im folgenden die wesentlichen Änderungen gegenüber der Referenzanlage unter den gleichen Gesichtspunkten wie im Abschnitt 5.3 zusammengefaßt. Die diesbezüglichen Informationen stammen aus folgenden Unterlagen des Herstellers:

- Brandschutzmemorandum
"Brandschutz im Kernkraftwerk",
KWU-Bericht Nr. 207-V113-445-003
vom Sept. 1980.
- Vergleiche der Brandschutzeinrichtungen von KKG und Isar 2.
Interner KWU-Bericht V113F
sowie aus einem Gespräch zwischen Hersteller, Betreiber, Gutachtern und Arge.

5.4.2 Brandverhütung

Die wesentlichen Brandlasten im Reaktorgebäude-Innenraum sind die Ölversorgung für die Hauptkühlmittelpumpen und die Kabelisolierungen. Für die Hauptkühlmittelpumpen ist eine integrierte Ölversorgung vorgesehen, die vermutlich auch den neuesten US-Regeln genügt. Hierdurch wird eine Reduktion der im Sicherheitsbehälter vorhandenen Gesamtölmenge von $4 \times 2 \text{ m}^3$ auf $4 \times 1 \text{ m}^3$ erreicht, wovon sich je $0,6 \text{ m}^3$ im Pumpenlager, $0,2 \text{ m}^3$ im oberen und $0,2 \text{ m}^3$ im unteren Motorlager befinden. Damit kann als maximale Leckage die Menge von $0,6 \text{ m}^3$ aus dem HKMP-Lager auslaufen. Hierfür ist eine Auffangwanne vorhanden. Unter dem Axiallager befindet sich ein Auffangbehälter, aus dem das Öl in den Ölbehälter zurückgepumpt wird; Leckagen aus Anhebeölpumpe und Leitungen werden von einem Spritzschutz aufgefangen und in die Pumpenlaterne abgeleitet. Im Gebäudesumpf ist außerdem eine Leckage von ca. 1 m^3 aufzufangen, die durch eine massive Stahlabdeckung geschützt wird.

Im Innenraum werden ausschließlich sogen. FRNC-Kabel verwendet, die nur bei vorhandenem Stützfeuer abbrennen und eine Brandfortleitung erschweren (siehe auch Abschnitt 3.7 und 5.2.4). Zusätzlich ist eine Blechummantelung der heißen Teile der Hauptkühlmittelpumpen und Primärrohrleitungen zum Schutz der Wärmeisolierungen (Autoxidation) vorhanden.

Im Reaktorgebäude-Ringraum werden die Kabelverteilungen als entscheidende Brandlasten in F90 abgeschottet. Die Sicherheits-einspeisepumpen mit je $0,2 \text{ m}^3$ Öl befinden sich in F90-abgetrennten Bereichen des inneren Ringraumes. Die Angriffs-, Flucht- und Rettungswege sind grundsätzlich frei von Kabeln.

5.4.3 Branderkennung

Das Branderkennungskonzept entspricht im wesentlichen dem der Referenzanlage. Es werden nur vom VdS anerkannte Brandmeldeanlagen verwendet.

5.4.4 Brandbekämpfung

Die Möglichkeiten der manuellen Brandbekämpfung im Sicherheitsbehälter werden durch die ohne nennenswerte Qualmentwicklung brennenden FRNC-Kabelisolierungen wesentlich verbessert. Stationäre Sprühwasser-Löschanlagen sind daher nur für die Hauptkühlmittelpumpen als zusätzlicher Objektschutz sowie für die Dampferzeuger-Unterräume geplant. Im Ringraum werden aufgrund der schlechten Zugänglichkeiten die Kabelverteilungen mit Sprühwasser-Löschanlagen ausgestattet. Im Schaltanlagegebäude werden im Kabelkeller und den Kabelgeschossen Sprühwasser-Löschanlagen, in Warte und Rechnerraum eine geeignete stationäre Löschanlage eingebaut. Nach wie vor ist eine Auslösung der Löschanlagen von Hand vor Ort oder in der Warte vorgesehen.

5.4.5 Brandeindämmung

Ein wesentliches Kennzeichen des neuen Brandschutzkonzeptes ist die konsequentere räumliche und / oder bauliche Trennung redundanter Systeme und die Abschottung größerer Brandlasten. Im Reaktorgebäude-Ringraum werden bis zur Ebene + 6 m zwei Brandabschnitte ausgeführt; oberhalb + 9 m sind Rauchabschottungen vorgesehen. Es werden drei Treppenräume in F90 bis zur Ebene + 12 m des Ringraumes ausgeführt.

Grundsätzlich werden geprüfte Türen, Klappen und Abschottungen verwendet (siehe Abschnitt 3.2, 5.2.2, 5.2.3).

5.4.6 Angriffs-, Flucht- und Rettungswege

Die Angriffs-, Flucht- und Rettungssituation ist bei der neuen Baulinie entscheidend verbessert. In Übereinstimmung mit den Anforderungen des Entwurfsvorschlags KTA 2102 konnten besonders im Reaktorgebäude die Fluchtweglängen durch drei Treppenräume im Ringraum, von denen zwei einen direkten Ausgang ins Freie haben, verkürzt werden. Die Treppenräume sind im Brandfall über die Zu- und Abluft des Ringraumes zu belüften. Zusätzlich befinden sich an der Personenschleuse und den beiden Notschleusen im Sicherheitsbehälter Sammelräume, die separat belüftet werden. Der Weg von der Personenschleuse führt über einen gesicherten Flur und Treppenraum des Hilfsanlagengebäudes ins Freie. In den durch zusätzlich eingebrachte Brandlasten und Zündquellen sowie eine Vielzahl von Personen kritischen Revisionsphasen können gemäß KTA 2102 die Schleusentüren geöffnet bleiben, sofern die Genehmigungsbehörde dem zustimmt.

Im Reaktorhilfsanlagengebäude werden zwei vorgelagerte Treppenhäuser und ein innenliegendes Treppenhaus ausgeführt. Diese können im Brandfall durch eine Klappe entqualmt werden. Die Angriffs- und Fluchtwege sind frei von Kabeln. Die Flure sind mit F30-Abschottungen unterteilt.

Im Schaltanlagengebäude werden die Kabelgeschosse zur Verbesserung der Angriffs-, Flucht- und Rettungssituation in einer größeren lichten Höhe ausgeführt.

6. MÖGLICHE WEITERENTWICKLUNGEN

6.1 Brandrisikoanalysen

An verschiedenen Stellen der Bestandsaufnahme wurde festgestellt, daß Brandschutzmaßnahmen in Relation zur tatsächlichen Gefährdung derzeit schwer eingeschätzt werden können.

Es ist zu vermuten, daß der erreichte Stand der Technik den möglichen Risiken in der Mehrzahl der Fälle ausreichend, möglicherweise sogar mehr als ausreichend Rechnung trägt. Nicht auszuschließen ist jedoch nach den bisherigen Erfahrungen und Erkenntnissen der Autoren, daß die getroffenen Maßnahmen an einigen Stellen nicht genügen könnten.

Die Ungewißheit in der Quantifizierung der Maßnahmen soll Schritt für Schritt durch die Brand-Störfallanalysen ausgeräumt werden, die vom USNRC ebenso wie von der IAEA gefordert werden. In den USA befassen sich umfangreiche Forschungsprogramme mit dieser Frage [30, 31]. Ziel ist es, in einer Fehlerbaumanalyse die möglichen Pfade einer Brandentstehung und -ausbreitung bis hin zur Gefährdung von Sicherheitssystemen zu identifizieren und für die einzelnen Schritte, z.B. auch die Funktion von Branderkennung- und Brandbekämpfungsmaßnahmen unter bestimmten Bedingungen, Erfolgs- und Mißerfolgswahrscheinlichkeiten abzuschätzen. Sofern dies näherungsweise, z.B. aufgrund vorliegender Betriebsdaten, gelingt, lassen sich dominierende Pfade klar erkennen. Diese sind dann in einem zweiten Schritt genauer zu analysieren, um eine bessere Aussage über das "echte" Risiko zu erhalten.

Längerfristig lassen sich auf diese Weise ausgewogene Brandschutzmaßnahmen erreichen, welche die Forderungen der Reaktorsicherheit voll erfüllen und doch der Wirtschaftlichkeit genügen. Hierbei gewinnen zwangsläufig auch Fragen des Personenschutzes und der Anlagenverfügbarkeit an Bedeutung.

Untersuchungen, wie sie jetzt in den USA - nach dem Schock von Browns Ferry - mit erheblichem Aufwand durchgeführt werden, wurden im Prinzip von der Arge bereits 1977 bei BMFT und BMI vorgeschlagen und bei der Beauftragung der vorliegenden Bestandsaufnahme nochmals präzisiert.

6.2 Brandauswirkungen

Eine Voraussetzung zur Bewertung des Brandrisikos ist die Quantifizierung der möglichen Brandauswirkungen. Auch hier sind wir derzeit an vielen Stellen auf Vermutungen aufgrund von Erfahrungen in anderen Bereichen angewiesen.

Ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Brandauswirkungen ist z.B., ob die zum Schutz von Sicherheitssystemen herangezogenen Bauteile einschließlich der Abschlüsse, Kabelabschottungen und Rohrdurchführungen unter den gegebenen brandschutztechnischen Randbedingungen ihre Aufgabe erfüllen können. Diese Aufgabe kann jedoch unterschiedlichster Art sein. Bisher wird in der Regel nur die Brandschutzfunktion geprüft. Hinsichtlich denkbarer weitergehender Aufgaben, z.B. Dichtigkeit oder Strahlenschutzfunktion, ggf. auch unter zusätzlichen Einwirkungen wie einem Erdbeben, fehlen derzeit sowohl klare Anforderungen als auch Ansätze zu brauchbaren Prüfverfahren. Es erscheint daher sinnvoll, die kernkraftwerksspezifischen Anforderungen an Brandschutzsysteme genauer zu erfassen und daraus eventuell erforderliche Ergänzungen der Prüfverfahren abzuleiten.

Offen ist auch das Brandverhalten von Baustoffen und Betriebsstoffen unter den bei einem Brand im Kernkraftwerk herrschenden Randbedingungen. Im Abschnitt 3.2 und 5.2.1 wurde z.B. darauf hingewiesen, daß alle Baustoffprüfungen auf die Phase des Entstehungsbrandes bezogen sind und die Ergebnisse daher nicht ohne weiteres für die Phase des Vollbrandes gelten. Aufbauend

auf den Ergebnissen der Brandrisikoanalysen ist daher zu klären, ob ggf. Prüfungen unter den Bedingungen eines Vollbrandes erforderlich sind. Zu diesem Themenkreis gehört auch die Frage, ob die Modelle in den Prüfungen die Wirklichkeit zutreffend erfassen. In den USA werden diesbezüglich vergleichende Großversuche, z.B. an Kabeldurchführungen durchgeführt [32] ; sie ergeben z.T. ein ungünstigeres Verhalten als die üblichen Zulassungsversuche.

Die Bestimmung der zu erwartenden Temperatur- und Rauchverteilungen bei einem Brand ist ebenfalls bisher nicht Stand der Technik. Hier sind die in der Wissenschaft diskutierten Methoden auf der Basis der Wärmebilanztheorie für die sehr komplexe Situation in Kernkraftwerken zu verfeinern und ggf. durch Versuche abzusichern. Dies gilt insbesondere für die Situation im Reaktorgebäude-Innenraum. Dabei muß auch die Wirksamkeit von Lüftungsanlagen, Rauch- und Wärmeabzügen, Entqualmungsanlagen und mobilen Entqualmungsgeräten berücksichtigt werden.

6.3 Wirksamkeit von aktiven Brandschutzmaßnahmen

Über die Wirksamkeit von Branderkennung und Brandbekämpfung liegen Erfahrungen aus dem konventionellen Bereich vor. Es sind Statistiken verfügbar, die Aussagen über die Zuverlässigkeit von Brandmeldern und Löschanlagen sowie vereinzelt auch über die Wirksamkeit manueller Brandbekämpfungsmaßnahmen erlauben.

Die vorliegenden Daten umfassen aber nicht die verschiedenen Schritte von der Brandentstehung bis zur vollständigen Löschung. Insbesondere geht daraus kaum der reale Einfluß notwendiger menschlicher Handlungen hervor. Die in den USA begonnenen Untersuchungen [32] befassen sich sehr intensiv mit diesen Fragen. Als vorläufiges Ergebnis hat sich bereits gezeigt, daß die Erfolgswahrscheinlichkeit einer menschlichen Handlung

erheblich unter derjenigen einer richtig ausgelegten automatischen Einrichtung liegt. Der Erfolg der Branderkennungs- und stationären Brandbekämpfungseinrichtungen hängt entscheidend von der richtigen Auswahl und Auslegung ab, die in den verfügbaren Statistiken ebenfalls nicht ablesbar ist.

Es erscheint notwendig, spezielle Betriebserfahrungen über manuelle Brandbekämpfung unter erschwerten Bedingungen sowie über die Funktion von Branderkennungs- und Brandbekämpfungseinrichtungen unter den in Kernkraftwerken (oder vergleichbaren Anlagen) herrschenden Bedingungen auszuwerten. Erst dann ist es möglich, den alternativen Einsatz der betrieblichen Maßnahmen anstelle nicht möglicher baulicher Maßnahmen auch durch Zahlen über die adäquate Wirksamkeit zu rechtfertigen.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht faßt die Ergebnisse einer durchgeführten Bestandsaufnahme des Brandschutzes in Kernkraftwerken zusammen.

Ziel der Bestandsaufnahme war,

- den nationalen und internationalen Stand der Brandschutzregelungen für KKW zu beschreiben
- den Stand der Brandschutzprüfungen an Baustoffen, Bauteilen, Sonderbauteilen und Betriebsstoffen darzustellen
- die brandschutztechnische und sicherheitstechnische Ausgangssituation und die ergriffenen Brandschutzmaßnahmen einer Referenzanlage vor Ort zu erfassen
- die Regelungen, Prüfungen und Maßnahmen - unter Einbeziehung neuerer Kernkraftwerksplanungen - zu beurteilen und Möglichkeiten für eine gezielte Weiterentwicklung aufzuzeigen.

Bei der Auswertung der umfangreichen und zum Teil sehr detaillierten Regelungen hat sich gezeigt, daß - wenn auch mit teilweise unterschiedlicher Wichtung - einheitlich von folgenden Einzelmaßnahmen ausgegangen wird:

- Brandverhütung
- Branderkennung
- Brandbekämpfung
- Brandeindämmung
- organisatorische Maßnahmen.

Bei den deutschen Regelungen wird ein stärkeres Gewicht auf die Flucht- und Rettungswege zum Zwecke des Personenschutzes gelegt. Die Richtlinien der Sachversicherer beeinhalt zu-

sätzliche Maßnahmen zur Schadensminderung und Sicherung einer höheren Anlagenverfügbarkeit.

Die Brandschutzprüfungen sind durch die DIN 4102 und darauf aufbauende Prüfrichtlinien geregelt. Die geprüften Baustoffe, Bauteile und Betriebsstoffe erfüllen auch beim Einsatz in Kernkraftwerken die gestellten brandschutztechnischen Anforderungen, sofern die Randbedingungen nicht wesentlich von denen im Versuch abweichen. Betriebsbedingte weitergehende Anforderungen sind in den derzeitigen Normen und Prüfrichtlinien nicht geregelt. Allgemein anerkannte Prüfrichtlinien für Durchführungen von Rohren aus nichtbrennbaren Baustoffen, für Kabel und für verschiedene Betriebsstoffe existieren derzeit noch nicht.

Die ausgeführten Brandschutzmaßnahmen in der Referenzanlage sind besonders durch die Zwänge aus baulichen Gegebenheiten und Strahlenschutzforderungen geprägt. Sie weichen daher notgedrungen an einigen Stellen vom heutigen Stand der Erkenntnisse ab. In diesen Fällen wurden jedoch - zum Teil mit erheblichem Aufwand - Alternativmaßnahmen vorgesehen.

Die Brandschutzkonzeption für geplante neue Anlagen genügt dem internationalen Stand der Technik. Entsprechend der deutschen Auffassung werden aber stationäre Löschanlagen von Hand ausgelöst; international wird wegen der Zeitersparnis und der größeren Zuverlässigkeit eine automatische Auslösung empfohlen.

Die durchgeführte Bestandsaufnahme schließt mit der Empfehlung einer gezielten Weiterentwicklung auf folgenden Gebieten:

- Brandrisikoanalysen zur Ermittlung dominierender Ereignis-pfade und besseren Wichtung der Brandschutzmaßnahmen
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur besseren Erfassung von Brandauswirkungen, z.B. dem Verhalten von Baustoffen, Bauteilen und Betriebsstoffen unter speziellen Rand-

bedingungen, der Entwicklung von Temperatur und Rauch bei den gegebenen Bedingungen und unter Berücksichtigung von Lüftung, Rauch- und Wärmeabzug und Entqualmung.

- Auswertung von Betriebserfahrungen und Statistiken zur Ermittlung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Branderkennung und Brandbekämpfung unter Einbeziehung des Einflusses menschlicher Handlungen.

8. LITERATUR

- [1] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Oktober 1976 (BGBl. I S. 3053).
- [2] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung) vom 13. Oktober 1976 (BGBl. I S. 2905) unter Berücksichtigung der Berichtigungen vom 21. Januar 1977 (BGBl. I S. 184) und 1. Februar 1977 (BGBl. I S. 269).
- [3] Richtlinien für den Einsatz von Feuerwehren an strahlengefährdeten Einsatzstellen. Bek. des Bayer. Staatsm.d.Innern vom 14. November 1979 Nr. ID1-3082-12/4 (MABl. S. 694) in der Fassung der Bek. vom 27. Mai 1980 Nr. ID1-3041-6/238 (MABl. S. 278).
- [4] Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, verabschiedet im Länderausschuß für Atomkernenergie am 12. Oktober 1977. Bek. des Bundesministers des Innern vom 21. Oktober 1977.
- [5] Interpretation zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Kriterium 2.7: "Brand- und Explosionsschutz" - Vorrang von Strahlenschutz oder Brand- und Explosionsschutz, besonders im Hinblick auf die Verqualmung des Sicherheitsbehälters. (Stand: 28. November 1979). (GMBL Nr. 5 vom 02.02.1980)
- [6] RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren.
2. Ausgabe, 24. Januar 1979.
- [7] Bayerische Bauordnung (BayBO). Fassung vom 1. Oktober 1974. Bayer. Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 22 vom 18. Oktober 1974, S. 513.

- [8] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 20. März 1975. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung.

- [9] Arbeitsstätten-Richtlinien. Ausgabe April 1976.
Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung.

- [10] KTA 2101.1 - Brand- und Explosionsschutz in Kernkraftwerken;
Teil 1: Grundsätze des Brand- und Explosionsschutzes. Vorbericht an den KTA. VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V., Januar 1978.

- [11] KTA 2101.2 - Brand- und Explosionsschutz in Kernkraftwerken;
Teil 2: Brand- und Explosionsschutz an baulichen Anlagen, Vorbericht an den KTA, Normenausschuß, Bauwesen Mai 1979.

- [12] KTA 2101.3 - Brand- und Explosionsschutz an Kernkraftwerken;
Teil 3: Brand- und Explosionsschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen. Vorbericht an den KTA. VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V., Oktober 1979.

- [13] DIN 4102 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teile 1-3, 5-7 Ausgabe September 1977, Teil 4 Ausgabe März 1978.

- [14] DIN 18230 - Baulicher Brandschutz im Industriebau. Vornorm, Fassung Juli 1981.

- [15] Bauaufsichtliche Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen in Gebäuden (Muster), Fassung Februar 1977. Mitteilungen des Instituts für Bautechnik 5/1977.

- [16] DIN 18232, Teil 1 - Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Begriffe und Anwendung. Ausgabe September 1981.

- [17] KTA 2102 - Flucht- und Rettungswege in Kernkraftwerken. Regelentwurfsvorschlag März 1981.
- [18] VBG 125 - Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz. Unfallverhütungsvorschrift des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Fassung 04/80.
- [19] KTA 3402 - Schleusen am Reaktorsicherheitsbehälter von Kernkraftwerken-Personenschleusen. Fassung
- [20] Bayrisches Landesamt für Brand- und Katastrophenschutz: Jahrbuch 1981. 32. Jahrgang.
- [21] VdS-Richtlinien für den Brandschutz in Kernkraftwerken. Form 2027, Ausgabe 9/79.
- [22] Institut für Reaktorsicherheit der Technischen Überwachungs-Vereine e.V. (IRS): Beschreibung der gegenwärtigen Praxis zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Sicherheitskriterium 2.7. Juli 1976.
- [23] US Nuclear Regulatory Commission: 10 CFR 50 - Fire Protection Program for Operating Nuclear Power Plants. Federal Register, Vol. 45, No. 225, 19.11.1980.
- [24] US Nuclear Regulatory Commission: Regulatory Guide 1.120 - Fire Protection Guidelines for Nuclear Power Plants, 6/1977.
- [25] American Nuclear Society (ANS): ANS-Standard N 18.10 - Fire Protection Criteria for Safety-Related Systems, Structures and Equipment for Water-Cooled and -Moderated Nuclear Power Generating Plants. September 1973.
- [26] US Nuclear Regulatory Commission: Recommendations Related to Browns Ferry Fire. NUREG-0050, Washington, D.C.: February 1976.

- [27] The Swedish Fire Protection Association (SBF): Recommendations Regarding Fire Protection at Nuclear Power Plants. Stockholm: January 1973.
- [28] International Atomic Energy Association (IAEA): Fire Protection in Nuclear Power Plants - A Safety Guide. Safety Series No. 50-SG-D2, Wien, 1979.
- [29] National Nuclear Risk Insurance Pools and Associations: International Guidelines for the Fire Protection of Nuclear Power Plants. Draft of Revised Version, 1980.
- [30] Dube, D.A.: LWR Fire Hazard Analysis - A Case Study. Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, 1981.
- [31] Gallucci, R. and R. Hockenbury: Fire induced Loss of Nuclear Power Plant Safety Functions. Nuclear Engineering and Design 64 (1981) 135-147.
- [32] Klamerus, L.J.: Fire Protection Research Program at Sandia National Laboratories. USNRC Light Water Reactor Safety Research Information Meeting, October 1980.

Förderungsvorhaben BMI SR 144

Abschlußbericht

Bestandsaufnahme
brandschutztechnischer Gegebenheiten,
Maßnahmen und Bestimmungen
in Kernkraftwerken

Raumlisten der Referenzanlage

Förderungsvorhaben BMI SR 144

Abschlußbericht

Bestandsaufnahme
brandschutztechnischer Gegebenheiten,
Maßnahmen und Bestimmungen
in Kernkraftwerken

Raumlisten der Referenzanlage

K. Kordina
U. Schneider

G. König
D. Hosser

Z e i c h e n e r k l ä r u n g

1. Brandschutztechnische Gegebenheiten (Bauteil-Prüfung)

Zeile 1: Soll-Vorschrift
Zeile 2: Soll nach Angabe XKW
Zeile 3: Ist-Zustand lt. Begehung

2. Branderkennung - Brandbekämpfung

Melder I = Ionisations-Rauchmelder
 O = Optischer Rauchmelder
 D = Druckknopfmelder
 Wä = Wärmemelder

Löschanlagen

W = Wandhydrantenkasten
Sp = Selbsttätige Feuerlöscheinrichtung (Sprühflutanlage)
FLL = Feuerlöschleitung

3. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

RWA = Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
Zl = Zuluft
Al = Abluft
FSK = Feuerschutzklappen
Ul od. Ra = Überdrucklüftung oder Rauchabführung

4. Durchführungen - Klappen

N = Naumann-Rohre - F 30, F 90, offen
B = Brattberg - F 90, luftdicht
SK = Sonder-Kabelschott (Mörtelschott)
TR = "Trox"-Klappen - K 90

5. Rohrdurchführungen

Rohrdurchführungen nach Systemblatt 2.07 (siehe Anhang)

Bl = Blatt 1 - 6

Auslegung gegen

S = Strahlung
B = Brandschutz
Sp = Spritzwasser
L = Luftdicht
D = Druckdicht

Blätter: 4
Blatt Nr.: 1

Reaktorgebäude "Bauteil A"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung						Rohr- durchf.	Branderkennung und -bekämpfung				zu schützende Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.		Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0123	Unterer DE- Raum Loop 1	100	PVC-Ka- bel Schmier- öl o, n g, n	4,6	Kabel Öl 4) (bei Leitungs- bruch)	F 90 ≥ F 120	- Gitter- rost	- Fundament	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- -	- N: F 90	- 1. 1, S, B, Sp L	RM D ²⁾ I ¹⁾	Sp (Sp ²⁾ , W ³⁾	- -	- -65m b. Perso- nenschleuse	Kühlmittel Pumpe	Abfahren der Anlage
0151	Meßunfor- merraum Redundanz 3	20	PVC Kabel o, n	1,3	Kabel, Meßunfor- mer	F 90 ≥ F 120	F 90 F 120	- F 120	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- -	- N: F 90	- 1, 1, S, B, Sp, L 1, 1, S, B, Sp, L 1, 6, S, B, Sp, L	- -	- (W ³⁾)	- -	bis 140 m b. Personen- schleuse	-	-
413	Treppenhaus	6	PVC	0,3	-	F 90 ≥ F 120	F 90 Podeste ≥ F 120 Podeste	F 90 Podeste ≥ F 120 Podeste	T 30 T 30 ¹⁾ Pendeltür	K 30 -	- -	- -	- D - (D auf Eb. 12 m)	- W W	U1 od. RA Z1, Al, YSK Z1, Al 5)	-	-	-
446	Ölversorg. HKP Loop 2	18	Öl ⁶⁾ PU- Schaum o, n	42 gering	Kabel Motore	F 90 ≥ F 120	F 90 ≥ F 120	F 90 F 120	T 90 T 90 DIN 18 081	K 90 -	- N: F 90	- 1, 1, S, B, Sp 1, 4, S, B, Sp, L 1, 3, S, B, Sp, L	RM I I	Sp Sp Sp (W im Trep- penhaus)	- -	~115-120m b. Personen- schleuse	4fach redundan- te HKP-Ölver- sorg. (3x in die- ser Ebene, 1x 1 Ebene höher)	-
451	Ölversorg. HKP Loop 3	18	Öl ⁶⁾ PU- Schaum g, n	42 gering	Kabel Motore	F 90 F 120	F 90 F 120	F 90 F 120	T 90 T 90 DIN 18 081	K 90 -	- N: F 90	- 1, 1, S, B, Sp, L 1, 4, S, B, Sp, L	RM I I	Sp Sp (W im Trep- penhaus)	-	~100m bis Personen- schleuse	4fach redundan- te HKP-Ölver- sorg. (3x in die- ser Ebene, 1x 1 Ebene höher)	-
532	Dampfzeuger	38	Öl ⁶⁾ PVC- Kabel g, n	42	Kabel Pumpen- Motor- lager	F 90 F 120	F 90 F 120	- Gitterr.	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- -	- N: F 90	- 1, 4, S, Sp	RM I I	Sp Sp ⁷⁾	- -	~95-100m b. Personenschl.	4fach redundante Hauptkühlmittel- pumpe	hohe Radio- aktivität

siehe Gutachten Prof. Westhoff.

Anordnung an der Kühlmittelpumpe.

im Treppenhaus

Je Pumpe ist mit etwa 2500 l Öl zu rechnen.

Zu- und Abluft durch Überströmen.

Je Aggregat ist mit etwa 1500 l Öl zu rechnen.

Sprühflutanlage mit flächendeckender Wirkung einschl. Kabel.

Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.

Blatt Nr. 4
Blatt Nr. 2

Reaktorgebäude "Bauteil A"

Num. Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits-einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.	
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel-abschott.	Rohr-durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.			
135	Rohrdurchführung Loop 2	43,5	-	-	-	F 90 F 180 bzw. Stahlblech	F 90 Stahlbetonringbühne	- ≥ F 120	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- - -	- -	- ²⁾ Bl. 3, B, Sp, L Bl. 4, S, B, Sp, L	- -	- - (W im Treppenhaus)	- -	- -	Stahlhülle des Reaktors (Reaktorkugel)		
145	Druckbehälter	17	PVC-Kabel o, n	3,2	Kabel (Massierg. v. Kabeln)	- -	- -	- Gitterrost	- -	- -	- -	- ²⁾ Bl. 3, B, Sp, L Bl. 4, B, Sp, L	- -	- -	- -	- -		sehr hohe Radioaktivität	
147	Armaturenraum TA	16,5	PVC-Kabel o, n	1,2	2 Motoren	F 90 ≥ F120	F 90 ≥ F120	- ≥ F 120	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- -	- -	- ²⁾ Bl. 4 B, Sp, L, S Bl. 6, S, B, Sp	- -	- -	- -	- -	Armaturen		
1577	Hauptkühlmittelpumpe Loop 4	36,5	PVC-Kabel o, n	42	Motoren	F 90 ≥ F120	F 90 ≥ F120	- Gitterrost	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- -	- N: F 90	- ²⁾ Bl. 1, Sp Bl. 3, S, B, Sp, L Bl. 4, S, B, Sp, L	RM I I	Sp Sp ³⁾	- -	- -	schlecht ~25-30a bis Pers.-Schl.	-	sehr hohe Radioaktivität
578	Armaturenraum Loop 4	22	PVC-Kabel PU-Schaum o, n	1,4 gering	Kabel	F 90 F 180	- Gitterrost	- Gitterrost	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	- -	- N: F 90	- ²⁾ Bl. 4, S, B, Sp, L Bl. 3, B, Sp, L	- -	- - (W i. Treppenhaus)	- -	- -	- ~25-30a bis Pers.-Schl.	-	sehr hohe Radioaktivität
605	Lager für neue Brennelemente	61				Kein Zugang ohne Genehmigung des Innenministeriums												~10a b. Personenschl.	

siehe Gutachten Prof. Westhoff.
Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.
Sprühflutanlage mit flächendeckender Wirkung einschl. Kabel.

Blätter: 4
Blatt Nr.: 3

Reaktorgebäude "Bauteil A"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schütz. end. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Bohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0666	Hauptkühl- mittelpumpe Loop 3 (Motorbet.)	61,5	Öl PVC-Kab. PU- Schaum g, n	42 gering	Kabel Motoren	F 90 ≥ F 120	F 90 F 120 (b. 21,5 m)	- Stahlbet. u. Gitter- rost	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	-	- N: F 90	- ²⁾ Bl. 3, S, B, Sp, L Bl. 4, S, B, Sp, L	RM I I + TV- überwa- chung	Sp Sp ₃ Sp ³⁾	Umluft	~65m b. Per- sonenanschleu- se	-	höchste Radio- aktivität
0647	Armaturen- raum TP (Notnach- kühlsystem)	64,5	PVC- Kabel o, n	1,3	Kabel Motoren	F 90 ≥ F 120	F 90 ≥ F 120	- ≥ F 120	T 90 T 30 ¹⁾ Pendeltür	-	- N: F 90	- ²⁾ Bl. 3, S, B, Sp, L Bl. 4 (S, B, Sp S, B, Sp, L Bl. 6 (S, B, Sp S, B, Sp, L	- -	- -	- -	~65-75m b. Pers. Schl.	Armaturen	-
0685	Ringbühne 270 - 360°	81	PVC- Kabel	≈ 17		F 90 ≥ F 120 bzw. Stahl- blech	F 90 ≥ F 120	- ≥ F 120	- -	- -	- N: F 90	- -	- -	- -	- -	max. 70m b. zur Not- schleuse		
0691	Kabel- durch- führung	14				Sonderbauteil Stahlkugel des Reaktors				-	Kabeldruck- glasdurch- führungen	-	I, O	Sp ⁴⁾	-			
0692	Personen- schleuse	14	-	gering	Kabelhy- drauliköl	Sonderbauteil Stahlbauteil			Sonderkonstr. Druckdicht	-	-	-	Telefon	- ⁵⁾	-		Personenschutz	
0606	Not- schleuse	-				Sonderbauteil Stahlbauteil				-	-	-	Telefon	-	-	~15-25m b. z. Notchl.	6)	-

siehe Gutachten Prof. Westhoff.
vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayerischer Bauordnung.
Sprühflutalanlage als Objektschutz,
im gesamten Bereich liegen bis zu 360 °C heiße Leitungen mit PU-Isolierung und Blechummantelung.
Sprühflutalanlage unterteilt in vier Bereiche entsprechend den Redundanzen.
Die gesamte Ringbühne in + 12 m soll nach Angaben von Herrn Maisch mit einer Sprühflutalanlage ausgerüstet werden.
Personenschutz für 3 - 5 Personen/min.

Blätter: 6
 Blatt Nr. 1

Reaktorgebäude "Bauteil B"

Bauteil-Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschnitt.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.	
0105	Treppenhaus (- 6 m)	11,5	-	-	-	F 90 F 120	F 90 F 120 Podeste	F 90 F 120 Podeste	T 90 T 90	- TR: K90	- -	- keine Rohr- durchführung	- D ¹⁾ D ¹⁾	- W W	Ül.od.RA Zl,Al,FSK Zl	-	gerichtete Luftströmung
0107	nuklearer Zwischen- kühler	23	-	-	Kabel E-Moto- ren	- F 120	- F 120 ²⁾	- Fundament	- wasserdichte Spezialtür	- -	- -	- ¹¹⁾ Bl.3,B,Sp,L	- -	- -	- Zl,Al -	Aktivkohle (bei Störfall)	-
0108	Verbindungs- gang 0 - 90°	99	PVC- Kabel o. n	6,4	elektr. Installa- tionen	F 90 F 120	F 90 F 120	- Fundament	- T 90 (DIN 18 081)	- -	- N: F 90	- ¹¹⁾ Bl.1,S,B,Sp Bl.4,S,Sp Bl.6,B,Sp	I D ¹⁾ ,I ³⁾ Telefon	Sp W ⁴⁾	- Zl,Al Zl ⁵⁾	-	-
0109	Meßum- former	12	PVC- Kabel o. n	4,2	elektr. Installa- tionen	F 90 F 120	F 90 F 120	- Fundament	- T 30/1 (DIN 18 082)	- -	- N: F 90	- ¹¹⁾ Bl.1, Sp Bl.2, Sp Bl.3, Sp Bl.4, Sp	I I ⁶⁾ I ⁶⁾	Sp -	- Zl,Al Zl,Al	Meßumformer zur Regelung der Meßwerterfas- sung	Primärkühl- ⁷⁾ sehr stark radioaktiv bei Zerstörung der Umformer durch therm.Einw.
0112	Nukleares Zwischen- kühlsystem	7	PVC- Kabel + ~320 kg Öl + Schmier- fett o. n	2,2	-	F 90 - ⁸⁾	F 90 F 120 ⁹⁾	- Fundament	- -	- -	- N: F 90	- ¹¹⁾ Bl.1, S,Sp Bl.3,B,Sp,L	I I,D ¹⁰⁾	Sp -	- -	Notnachkühl- system (4fach re- dundant räuml. getrennt)	-

-) Druckknopfmelder vor dem Treppeneingang.
) Decke in - 1,5 m.
) Alle 7 m autom. Melder, die noch eingebaut werden sollen.
) Ringwasserleitung
) ungeschützte Stahlblech-Luftkanäle
) auch für evtl. Dampfreisetzungen

- 7) Die thermische Standfestigkeit der Umformer ist nicht bekannt.
 8) Keine Redundanzteilung zum Verbindungsgang
 9) Decke auf + 6 m.
 10) im Verbindungsgang
 11) Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung

Blätter: 4
Blatt Nr. 4

Reaktorgebäude "Bauteil A"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schätzend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0825 ¹⁾	Umluftanlage Rückschlag- klappe	5,5	PVC Kunstst. d. Anlage o, n	0,4 gering	Motor	F 90 F 120	F 90 ≥ F 120	- ≥ F 120	T 90 einfüßgelige druckdichte Stahltür	- -	- B: F 90	- -	- -	- - (W im Gang)	- -	gut V15-25m bis z. Notschl.	Interne Umluft- versorgung für gesamtes Bauteil A	-
0826 ¹⁾	Umluftanlage Gebläse 1	28	PVC o, n	0,4	Kabel- Motoren- lager	F 90 F 120	F 90 ≥ F 120	- ≥ F 120	T 90 zweiflügel. druckdichte Stahltür	- -	- B: F 90	- offene Rohrdurchf.	- -	- -	- -	gut V15-25m bis z. Notschl.	Interne Umluft- versorgung für ges. Bauteil A	-
0827 ¹⁾	Umluftanlage Absperr- klappe	9,5	PVC o, n	0,4	Perbunan- beschich- tung der Klappen	F 90 F 120	F 90 ≥ F 120	- ≥ F 120	T 90 einfüßgel. druckdichte Stahltür	- -	- B: F 90	- -	- -	- -	- -	gut V15-25m bis z. Notschl.	Interne Umluft- versorgung für ges. Bauteil A	-
0826 ¹⁾	Umluftanlage (Filter)	48	Aktiv ²⁾ kohlefil- ter Keilrie- men o, n	60	Motoren Beleuch- tung	F 90 F 120	F 90 ≥ F 120	- ≥ F 120	T 90 zweiflügel. Sondertür ohne Brand- schutzanford.	- TR: K90	- B: F 90	- -	R1 I ³⁾	Sp - (H außerh. d. Brandab- schnitts)	- Z1, AL ⁴⁾	gut V20-30m bis zur Not- schleuse	Interne Umluft- versorgung für ges. Bauteil A	-

Die Räume 0825, 0826, 0827 und 0826 sind miteinander verbunden.

1500 kg Aktivkohle in den Filtern.

-Melder im Luftkanal.

Zu- und Abluft für die gesamte Anlage.

Blätter: 6
Blatt Nr.: 2

Reaktorgebäude "Bauteil B"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Branderkennung und -bekämpfung					zu schützende Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	LSchachtl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0115	Nachkühl- pumpe	24,5	PVC- Kabel + Schmier- fett o, n	10,5	elektr. In- stallat. + Lager der Nachkühl- pumpe	F 90 F 120	F 90 F 120 (Beton- kalotte)	- Fundament	- Stahltür	- 1)	- N: F 90	- 2) Bl. 6, S, B, Sp	I I I	Sp (W) 3)	- Zl, Al Zl, Al		Notnachkühl- system Loop 1	in Nachkühlpha- se Primärkühl- mittel
0126 0226 0326 0426	Flutbehäl- ter (bis Ebene + 6m)	1e 58	PVC- Kabel o, n g, n	19,9	elektr. In- stallat. + E-Moto- ren	F 90 F 120	F 90 F 120	- Fundament	- Sonder- Stahltür 4)	- 1)	-	- 2) Bl. 3, B, Sp, L	- -	- -	- Zl, Al -		Leittechnik	5)
0174	HD-Förder- pumpe 7)	11,5 Brandunter- abschnitt	PVC- Kabel o, n	gering	elektr. In- stallat. + E-Motoren	F 90 F 120	F 90 (b. + 6m) F 120	F 90 Fundament	- T 90 (DIN 18 081)	K 90 TR: K 90	- N: F 90	- 2) Bl. 1, S, Sp Bl. 4, S, B, Sp Bl. 3, B, Sp, L	I I I	- -	- Zl, Al		-	-
0181	Leckabsau- gung (2fach redundant)	44 ⁶⁾	PVC o, n	gering	elektr. In- stallat. + Kabelver- teilungen	F 90 F 120	F 90 F 120 (Beton- kalotte)	- Fundament	- T 30 (DIN 18082)	- -	- N: F 90	- 2) Bl. 1, B, Sp Bl. 2, B, Sp Bl. 4, B, Sp	I I I	- -	- Zl, Al		-	-
0182	Ringraum- absaugung	60	Holzkoh- le, Holz, PVC(gur, g), g, a	37,3	elektr. In- stallat., E-luftföh- rklebriemen	F 90 F 120	F 90 F 120	- Fundament	- T 30/2 (DIN 18 084)	- TR: K 90	- N: F 90	- -	I I I	Sp - (W imFlur)	- Zl, Al Zl, Al		Unluftreinig. von Radioak- tivität	-
0208	Rohrkanal 0° - 90°	100	PVC Kabel o, n	4	Kabel	F 90 F 120	F 90 F 120	- F 120	- -	- -	- N: F 90 SK+Blow.	- 2) Bl. 1, B, Sp Bl. 2, B, Sp	I I I	Sp - 8) (W imFlur)	- Zl, Al ⁹⁾ Zl, Al		-	-

1) Lüftungsöffnung, jedoch ohne Klappe

2) Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.

3) W im Flur (Weg sehr lang).

4) Sonderstahltür mit Strahlenschutzanforderungen.

5) Sämtliche Elektroinstallationen sind 4fach vorhanden, dabei sind 2 Kabelredundanzen durch Betonwände abgeschottet;
in der Wand sind jeweils "Franzen"-Klappen eingebaut.6) Wertung als Brandunterabschnitt nicht möglich, da Zu- und Abluftleitungen nicht abgedichtet sind. Die gesamte
Leckabsaugung dient zur Absaugung kleiner Leckagen.

7) Hochdruckförderpumpe zur Kühlwassereinspeisung bei Verlust.

8) Brandbekämpfung mit Handfeuerlöcher, Pläne vorhanden.

9) Querdichtung an Anfang und Ende.

Blätter: 6 Blatt Nr. 3												Reaktorgebäude "Bauteil B"																							
Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Rohr- durchf.	Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.																	
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.		Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.																			
0212	Armaturen- raum f. nu- klearen Zwi- schenkühler	41,5	PVC Kabel o, n	1,3	Elektr. In- stallation Kabel E-Motoren	F 90 F 120	F 90 F 120	- Gitterrost	- -	- -	- N: F 90	- -	I I	- - (W im Flur)	- Zl, Al Zl 1)		Nuklearer Zwi- schenkühlkreis	radioaktive Kühlmediumreg im Störfall																	
0243	z. B. V.	32	PVC- Kabel o, n	1,3	elektr. In- stallation Schaltersch Steckeran- schlüsse	F 90 F 120	F 90 F 120	- F 120	- T 90 (DIN 18 081)	- -	- N: F 90	- -	- -	- - (W in der Treppe)	- Zl, Al Zl 1)																				
0244	Treppen- haus	14	-	-	-	F 90 F 120	F 90 (Pod.) F 120 (Pod.)	F 90 (Podeste) F 120 (Podeste)	T 90 T 90	- TR: K90	- -	- -	- D D	- W W	Ul. od. Ra Zl, Al, FSK Zl			gerichtete Luftströmung																	
0273	Antriebs-+ Ölversorg. f. HD-För- derpumpen	52	PVC Öl	32,1	-	F 90 Überprüfung war nicht möglich	F 90 (- 6 m)	F 90 (- 6 m)	T 90	-	-	- 3) Bl. 4, 5, 8, Sp Bl. 6, 8, Sp	I I	Sp Zl, Al, FSK	- -																				
02u2	Rohrleitg.- verteilung + Montage- Öffnung	80	PVC PU- Schaum	3,1	-	F 90 F 120	- ungesch. Stahlbl.	- F 120	- T 90 (DIN 18 081)	- -	- N: F 90	- keine Anfor- derungen	I I I	- - (W i. Treppe)	- Zl, Al Zl 1)																				
335	Kabel- schacht 2)	3,6	PVC Kabel	4,4	Kabel	F 90 F 120	- F 120	- F 120	T 90 T 90/1 (DIN 18 081)	- TR: K90	- N: F 90 Mörtelsch.	- keine Rohrlei- tungen vorh.	I I	- -	- Zl, Al, FSK Zl		Energieversorg.																		
051	Montager. f. nuklear. Zischen- kühler	10	PVC (ge- ringe Menge)	5,8	elektr. In- stallati- onen, Kabel verteilung	F 90 F 120	F 90 F 120	- F 120 4)	- -	- -	- -	- 3) Bl. 4, 5, 8, Sp	I I	- - (W i. Treppe)	- -			im Störfall Kühlwasser																	

-) Zuluft durch Überströmen.
) Vergleichsweise schwache Belegung, je Geschos unterteilt.
) Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.
) Montageöffnungen mit Stahl abgedeckt.

Blätter 6
Blatt Nr. 4

Reaktorgebäude "Bauteil B"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	LSchanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0336 0436	GAU Absperkama- turenraum	16,5	PVC Kabel	0,7	Kabel, Motoren- lager	F 90 F 120	F 90 F 120 ¹⁾	- F 120 ¹⁾	- T 30	- -	- N: F 90 + Bio-Brand- schutzsm.	- ³⁾ Bl. 4,3,B,Sp Bl. 1,8,Sp	- -	- (W i. Trep- penraum)	- Zl, Al, Zl, Al ²⁾			
0406	Umluft- anlage	60	einige PVC-Maß- u. Steuer- kabel	gering	Motoren- lager	F 90 F 120	F 90 F 120	- Gitterrost	- T 90	- TR: K90	- -	- -	- I	- (W i. Trep- penraum)	- Zl,			
0444	Treppen- haus	14	PVC	0,4	-	F 90 F 120	F 90 (Pod.) F 120 (Pod.)	F 90 (Podeste) F 120 (Podeste)	T 90 T 90	- -	- -	- Bl. 1,8,B,Sp keine Rohrdurch- föhrung außen	- -	- W	Ül.od.RA -			
0473	Montageraum f. HD-Förder- pumpe	21,5	PVC	3,2		F 90 F 120	F 90 F 120	- F 120	- -	- -	- N: F 90	- ³⁾ Bl. 1,8,B,Sp Bl. 4,3,B,Sp	- D	- W (i. Trep- penhaus)	- Zl ²⁾			
0505	Treppen- haus	15	-	-	-	F 90 F 120	F 90 (Pod.) F 120 (Pod.)	F 90 (Podeste) F 120 (Podeste)	T 90 T 90	- TR: K90	- -	- Bl. 2,B,Sp	- D D	- W W	Ül.od.RA Zl, Al, FSK Zl			
0513	Kabelver- teilung 0° - 90°	110	PVC- Kabel	40,3	Kabel	F 90 F 120	F 90 F 120	- F 120	- T 90	- TR: K90	- N: F 90 m. Biomörtel	- ³⁾ Bl. 1,8,Sp Bl. 4,3,Sp	I I I, O	- - (W v. d. Raum)	- Zl, Al, FSK Zl, Al		4fach redundan- te Kabel	-

1) Montageöffnung in Decke und Fußboden mit Betonfertigplatten abgedeckt.

2) Zuluft durch Überströmen.

3) Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.

Blatt Nr. 6
Blatt Nr. 5

Reaktorgebäude "Bauteil B"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
567	Kabelver- teilung 270 - 360°	100	PVC-Kab. PU- Schaum	5,8	Kabel	F 90 F 120	F 90 F 120	- F 120	seiftl. Stahl- klappe Stahl 0r	TR: K90	- HCT (Brett- berg)+Bio- wörtel N: F90	- 1) 4) Bl. 2, B, Sp	I I I, O	- - (W i. Trep- penraum)	- Z1, Al, FSK Z1, Al	schlecht		
5613	Kabelver- teilung 0 - 90°	125	PVC	21,6	Kabel	Beton, Stahl 2)	- (Gitter- roste)	F 120	T 90 (DIN 18 081)	-	N: F90, Druck- glasdurchf. zum Reaktor	- 1) Bl. 4, B, Sp Bl. 1, B, Sp	I I I, O	Sp W	- Z1, Al, FSK Z1, Al 3)			
566	Kabelver- teilung 270 - 360°	100	PVC-Kab. PU- Schaum	5,0 gering	Kabel- verteil- ungen	Beton Stahl	Stahlbet. offen z. Stahlku- gel	Stahlbet.- bühne	T 90 (DIN 18 081)	-	N: F 90	- 1) Bl. 1, B, Sp	I I I, O	Sp W	- Z1, Al, FSK Z1, Al		Energie- verteilung	
92	Personen- schleuse (v. Außen)	-	PVC-Ka- bel umd. Schleuse	gering	Kabel, Stell- motoren	- 5)	Stahlbet. bühne	Stahlbet. bühne	-	Spezial- klappen K 90 6)	N: F 90	- Spezial 7) sonst keine Rohrdurchföhr.	- 18)	- W	- Z1, Al 9)			

Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.
 Abtrennung der Kabelbühnen gegen die Stahlkugel des Reaktors durch Sonderwandkonstruktion (PRONAT).
 Rauchabschottung bei 180°.
 Die Rohre sind teilweise mit unterbrochenem PU-Schaum isoliert.
 Offene Verbindung zum Ringraum.
 Mit Schmelzlot. 110 °C.
 Spezialmanschette aus Kunststoff zum Abschluß der Schleuse Brandwand/Hilfsanlagegebäude.
 Über der Schleuse.
 Zuluft durch Überströmen.

Blätter 6
Blatt Nr. 6

Reaktorgebäude "Bauteil B"

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.	
Ebene +16,4m	Kabelvertei- lung ¹⁾ 0 - 360°		PVC- Kabel	~ 32,2	Kabel	-	-	-	-	-	-	-	- I I	-	-	21, A1 ²⁾	-
Ebene +16,4m	Rohrdurch- führungen 152 - 208°	-	Licht- leitg. PU- Schaum	gering	elektr. Instal- lationen	-	-	-	-	-	-	- 3)	-	-	-	21, A1 ²⁾	Reaktor

1) Nicht begehbare Kragplatte.

2) Zuluft durch Überströmen.

3) Dampfdruckleitungen zum Armaturenraum; gasdicht, strahlendicht u. Behälter für TF-Ausgleich in der Hülle.

Blätter: 4
Blatt-Nr.: 1

Reaktor-Hilfsanlagen Gebäude C

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0201 0202 0203 0204/05	Faßlager f. Filtereinsatz Übergabestac. Faßlager f. Konzentrat Abgabestac./ Kran	232,5	PVC Gummi o, n	gering	Lichtleit. Kran-Mot. Antr., Kabel	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 Fundament	T 90 Sondertür ¹⁾	K 90 TR:K90 ²⁾	- N 30 N: F 30 + Blomörtel	-	- 3)	-	Z1, Al Z1, Al	sehr gut	Fluchtwege Verbindungsgang + Schleusenraum vor radioakt. Strahlung	Lagerung
0218	Verbindungs- gang	64,5	PVC o, n	sehr gering	-	F 90 >F 120	F 90 >F 120	- Fundament	T 90 - ⁴⁾	- N 30 N: F 30 + Blomörtel	-	- ⁵⁾ Bl 1+2,B, Sp, L	- D D	-	Z1, Al -	- sehr gut	Fluchtweg und Anlagen des R.Hilfsanl.Geb.	-
0219	Schleusen- raum zum Ringraum	18	PVC o, n	sehr gering	-	F 90 >F 120	F 90 >F 120	- Fundament	T 90 - ⁶⁾	- N 30 N: F 30 + Blomörtel	-	- ⁵⁾ Bl.1+2,S, B, Sp, L	- - ⁷⁾	-	Z1, Al -	sehr gut	Fluchtweg und Anlagen des R.Hilfsanl.Geb.	-
0251	Harzabfall- behälter	11	PE-Rohre Kabel o,n Harze 8) stark aktiv g, a			F 90 >F 180	F 90 >F 180	F 90 Fundament	- Gatzsteine	- -	- No N (offen)	- ⁵⁾ Bl1,S,Sp, teilw.mit Ulelauf.	- -	- -	Z1, Al Z1, Al	gut	Einschluß stark aktiver Harze	stark aktiv

Zum Faßlager ist eine Sondertür eingebaut; die Klassifizierung ist gesondert zu erbringen.

Es ist zu klären, ob hier nicht eine Strahlenschutzklappe eingebaut werden muß.

Melder sind geplant.

Der Einbau einer T 90-Tür ist geplant.

Vorhandene Rohrdurchführung nach Bayerischer Bauordnung.

Sondertüren (2 x, druckwasserfest); der Einbau einer T 90-Tür ist geplant.

I-Melder geplant.

Die stark radioaktiven Harze befinden sich in Wasser.

Blätter: 4
Blatt-Nr.: 2

Reaktor-Hilfsanlagen-Gebäude C

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung						Branderkennung und -bekämpfung					zu schützende Sicherheitseinrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Kleppen	Kabelabschott.	Rohrdurchf.	Melder	LSchächl.	RWA-Liftung	zugängl. Rettungsw.		
0256	Harzabfallbehälter	12	PE-Rohre Kabel o. n Harze!) g, stark aktiv			F 90 >F 180	F 90 >F 180	F 90 Fundament	- Setzsteine	- -	- No N (offen)	5) Bl.1, S, Sp teilw. mit Ableitst.	- -	- -	- Z1, A1	- -	Einschluß stark aktiver Harze	stark aktiv
0313	Lager f. Filtereinsatz,	20,5	1 PE-Rohr schwach radioakt. Abfälle +	gering	elektr. Leitung.	F 90	F 90	F 90	T 90	K 90	-	3) Bl.1, S, Sp	-	-	-	-	-	schwach- bis mittelaktiv
0314	Sackeingabestation,	5,5	Filtereins.			>F 120	>F 120	>F 120	2-flügelige Stahltür (MF n. Bl. 3)	TR, K 90	N 30, No N: F 30	Bl.1, S, Sp	I I	W 5)	Z1, A1 Z1, A1	gut		
0315	Sacklager f. Papier und Putzwolle	3,5	Abfalllager f. heiße Werkstoffe															
0354	Rohrkanal	43,5 ²⁾	PVC PU-Rohrisolierungen o. n	8,64	elektr. Leitung.	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 >F 120	- 4)	- -	- No N: F 30 + Blomörtel	3) Bl.1, S, Sp Bl.1+4, B, Sp	- -	- W 5)	- Z1, A1 Z1, A1			
0368	Rohrkanal	43	PVC PU-Rohrisolierungen o. n	7,2								3) Bl.1, 4, 6 S, B, Sp.	- -	- -				
0466/ 0467	Abgasverzögerungsstrecke	21,5	Aktivkohle g, a	160	Rekombinatorausfall	F 90 >F 120	F 90 >F 120	- >F 120	- 6)	- -	- N 30 N: F 30	3) Bl.1, S, Sp, L Bl.1, S, Sp. Bl.1+2, S, Sp, L	- -	- -	- Z1, A1 Z1, A1	gut	Behälter mit Aktivkohle	

- 1) Die stark radioaktiven Harze befinden sich in Wasser.
2) aktiver Bereich.
3) Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayor. Bauordnung.
4) nicht qualifizierte Tür.
5) Wandhydrant im Treppenhaus.
6) Vorhandene Öffnung mit Setzsteinen geschlossen.

Blätter: 4
Blatt Nr.: 1

Reaktor-Hilfsanlagen-Gebäude C

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützende Sicherheitseinrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabelabschott.	Rohrdurchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zusätzgl. Rettungsw.		
0485	Kabelschacht	35	PVC, PU-Isolierung.	108	elektr. Kabel	F 90 >F 120	- >F 120	- >F 120	T 90 -	- -	- N: F 90 + Blomörtel	- ¹⁾ 1.1, S.B.Sp	I I I	- -	- -			-
0529	Armaturen-kammer	11,5	PVC-Kabel	1,1	Motore, Kabel	F 90 >F 90	F 90 >F 90	F 90 >F 120	- Stahltür	- -	- No N	- keine Auflistung d. Rohrdurchf. vorg.	- -	- -	- Z1, F1, FSK	gut		schwach aktive Abwässer
0568	Bedienungsgang	19	PVC, Methan O ₂ , H ₂	17,28	elektr. Kabel + Schalt-schränke	Der Bedienungsgang ist gegenüber den anderen Gängen (z. B. 0535) nicht abgeschlossen !!!												
0637	Teilstrom-filter	60,5	Aktivkohle g, a Polyprop.-Rohr o, n	26	elektr. Kabel + E-Lufterhitzer	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 >F 120	T 90 2flügelige Stahltür (MF n.B1.3)	- gasdichte Jalousieklappen ²⁾	- N 30	- ¹⁾ 1.1, Sp	- (Melder i. Probekammer)	- -	- Z1, A1 Z1, A1	bedingt		Verhinderung d. Freisetzung von Radioaktivität
0739	Filter für Unterdrückhaltung	46,5	PU-Schaum Aktivkohle g, a	28	elektr. Kabel + E-Lufterhitzer	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 >F 120	T 90 2flügelige Stahltür (MF n.B1.3)	- gasdichte Jalousieklappen ²⁾	- H30, No B: F 90	- ¹⁾ 1.1, N, Sp 1.1+2, B, Sp	- (Probekammer "Trox")	- -	- -			Verhinderung d. Freisetzung von Radioaktivität
0830	Treppenhaus "kalt"	14,5	-	-	-	F 90 F 180	- (F 180) Podeste	- -	T 90 T 90/1 (DIN 18 081)	- -	- N 30	- keine Auflistung d. Rohrdurchf. vorg.	- D	- W	U1 od. RA Z1, A1, FSK	gut ³⁾		

Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.
Die Jalousieklappen erfüllen keine Brandschutzanforderungen.
Lichte Treppenlaufbreite an den Wandhydranten < 1,00 m (~ 0,9 m).

Blätter: 4
Blatt Nr. 4

Reaktor-Hilfsanlagen-Gebäude C

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
0834	Verbindungs- gang	60	PVC PE o. n	14,4	elektr. Kabel	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 Stahlbeton	T 90 2flügelige Stahltür (MF n.B1.3)	- TR: K90	- N 30	- ¹⁾ Bl.4,B,Sp Bl.1+4,S,B, Sp	- I,O,D	- W	- Z1,Al,FSK Z1,Al,FSK	gut ³⁾	Brandschutz zum Reaktorgebäude	
0847	Personal- schleuse (Stauraum)	45	PVC PE o. n	-	elektr. Kabel	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 Stahlbeton	T 90 2)	- TR: K90	- N 30 N: F 30	- ¹⁾ 4) Bl.1,B,Sp	- I,O,D	- W	- Z1,Al,FSK	gut ³⁾		
0865	Abschläm- mentspanner	4,5	PVC	2,80	elektr. Kabel Heizung	F 90 >F 120	- -	- -	T 90 2flügelige Stahltür (MF n.B1.3)	- N 30, No N: F 30	- -	- ¹⁾ Bl.4,B,Sp Bl.1, B Bl.1,S,Sp	- -	- -	- Z1,Al Z1,Al			
0874	Treppe "heiß"	8	-	-	-	F 90 >F 180	- (F 180) Podeste	- -	T 90 T 90/1 (DIN 18 081)	- -	- -	- keine Auf- listg. d. Rohrdurch- föhrig.vorh.	- D	- W	- Z1,Al,FSK -	gut ³⁾		
0885	Schleuse	11,5	PVC	25,92	elektr. Kabel feuerbest. umkleidet	F 90 >F 120	F 90 >F 120	F 90 >F 120	T 90 T 90 ⁵⁾ Objektschutz- tür	K 90	F 90 N: F 90	- keine Auf- listg. d. Rohrdurch- föhrig.vorh.	I I	- -	- Z1,Al -	gut	Rettungs- schleuse zwi- schen Gebäude E u. C	Aktivitäts- rückhaltung
0912	Aufenth.- raum	120,5	PVC	25,92	elektr. Kabel + personelle Ursachen	F 90 ⁶⁾ F 120	F 90 F 120	F 90 Stahlbet.	T 90 ⁶⁾ T 90/1 (DIN 18 081)	K 90 ⁶⁾ TR: K 90 zum Trep- penhaus	- N 30 N: F 30	- ⁴⁾ Bl.1,S,B,Sp	I I,D	- W ⁷⁾⁸⁾	- Z1,Al RWA = Fen- ster Z1,Al	gut (2 Treppen)		

1) Vorhandene Rohrdurchführungen nach Bayer. Bauordnung.

2) Sonderabschluß zum Reaktor.

3) zum Teil offene Kabeltrassen.

4) Rohrdurchführungen zur Wiederholung der Druckprüfung des Reaktors (Schieber in den Rohren, sog. GAU-Schieber).

5) Objektschutztür = druckdicht u. feuerbeständig.

6) Vorhandene Öffnung mit Satzsteinen geschlossen.

7) Wandhydrant im Treppenhause.

8) Mobile 12 kg-Pulverlöscher.

Blätter: 3
Blatt-Nr.: 1

Schaltanlagen - Gebäude E

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.	
			Art	Menge 10³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung			zugängl. Rettungsw.
01.01	Kabelkanal (Red. 4)	56	PVC, Silikon Kabel, o, n	107,2	Kabel	F 90 >F 120	F 90 >F120	F 90 Fundament	T 90 Franzenklappe 1)	K 90 TR:K90 ²⁾	F 90 B: F 90 mit Biomörtel	- ¹⁵⁾ Bl.1,E,Sp Bl.4,B,Sp	I,D D O,D	- Sp ³⁾	- FSK, RWA Z1, Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
01.51	Kabelkanal (Red. 4)	56	PVC, Silikon Kabel, o, n	107,2	Kabel	F 90 >F 120	F 90 >F120	F 90 Fundament	T 90 Franzenklappe 1)	K 90 TR:K90 ²⁾	F 90 B: F90 mit Biomörtel	- ¹⁵⁾ Bl.1,B,Sp Bl.4,B,Sp	I,D O,D -	- Sp ³⁾ -	- Z1, Al Z1, Al -	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
02.06	Kabelraum	330 Brandab- schnitt in Verb. mit EO2.06	PVC, Silikon Kabel, PU- Schaum (Kaltw.)	108	elektr. Anlagen	F 90 F 120	- F 90 b. +3,3 m	F 90 F 120	T 90 Stahltüren (MF n.Bl.3) auch zum Treppenhaus	K 90 TR: K 90	F 90 N: F 90	- ¹⁵⁾ Bl.1, B	I I,O I,O	- -	- Z1,Al,RWA RWA ⁴⁾ Z1, Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
03.06	Schaltan- lagenraum	310 Brandab- schnitt in Verb. mit EO2.06	PVC, Schalt- anlagen o, n	21,11	Kabel + elektr. Anlagen	F 90 >F120 ⁵⁾	F 90 >F120	- F 90	T 90 Stahltüren (MF n.Bl.3) auch zum Treppenhaus	K 90 TR: K90	F 90 -	- ¹⁵⁾ Bl.2,B	I I I,O	- - - ⁶⁾	RWA,Z1,Al RWA,Z1,Al RWA 4) Z1,Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
04.16	Kabelraum	325 Brandab- schnitt in Verb. mit EO5.16	PVC, o, n	129,6	Kabel	F 90 >F 120	- Stahl- beton	F 90 >F120	T 90 Stahltüren (MF n.Bl.3) auch zum Treppenhaus	K 90 TR: K90	F 90 N: F 90	- keine Rohr- durchf.	I I,O I,O	- - - ⁶⁾	RWA,Z1,Al RWA 4) Z1,Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-

Blätter: 3
 Blatt-Nr.: 2

Schaltanlagen - Gebäude E

Ausf. Nr.	Nutzung	Fläche (m²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schätzend. Sicherheits-einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabelabschott.	Rohr-durchf.	Meldar	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
05.36	Schaltanlagenraum	180 Brandabschnitt in Verb. mit EO4.36	PVC, Schaltanlagen o, n		Kabel + elektr. Anlagen	F 90 >F 120	F 90 >F 120	- F 90	T 90 Stahltür (MF n.B1.3) T 90/1 (DIN 18081) z.Treppenh.	K 90 TR: K90	- -	- keine Auflistung vorhanden	I I I, O	- - -6)	Z1, Al, RWA RWA 4) Z1, Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
05.37	Batterie- raum	120 Brandabschnitt	Polyäthylen o, n	7)	Explosion fehlende Ex.-Ausführung d. Installation	F 90 >F120 ⁵⁾	F 90 >F 120	- Stahlbeton	T 90 Stahltür (MF n.B1.3)	- TR: K90	- -	- Polyäthylen	- -	- -	Z1, Al Z1, Al, FSK Z1, Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
EO6.26 EO6.27 EO6.29	Flur Rohrschacht Treppenhaus	6 Brandabschnitt 1,5 ab- 10 schnitt	PVC o, n	< 3,3 kWh/m²	Installation	F 90, BW F120	- -	- -	T 30 T 90 (DIN 18081)	FSK FSK ⁹⁾	- 8)	- B1.2, B	D D	W W	RA 5 % Z1, Al, FSK Al	- - -10)	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
EO6.81	Kabelschacht	6	PVC, Silikon Kabel	21,6	Kabel	F 90 >F120	F 90 >F 120	F 90 Stahlbet.	T 90 Stahltür Franzenklappe	K 90 TR: K90	F 90 B: F 90	- keine Auflistung vorhanden	I, D I, O I, O	- Lightwater Mobilgerät	Z1, Al, FSK Z1, Al	Notausstieg db. Franzenklappe	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
EO7.06	Elektro- nikraum	240	PVC, Schaltanlagen o, n	48,6	Kabel + elektr. Anlagen	F 90 >F120 ⁵⁾	F 90 >F 120	- F 90	T 90 Stahltür (MF n.B1.3)	K 90 TR: K90	- -	- keine Auflistung vorhanden	I I I, O	- - -6)	Z1, Al, RWA Z1, Al, RWA RWA 4) Z1, Al	- -	Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-

Blätter: 3
Blatt-Nr.: 3

Schaltanlagen - Gebäude E

Raum-Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützende Sicherheits-einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabelabschott.	Rohrdurchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Löftung	zugängl. Rettungsw.		
07.13	Kabelschacht	6 Brandunterabschnitt	PVC o, n	50,4	Kabel	F 90 >F 120	- -	- >F 120	T 90 T 30/1 (DIN 18 082)	- -	- N: F 90 SK: F 90	- keine Rohrdurchführung	I, O I I, O	- - 6)	Zl, Al, FSK Zl, Al		Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
08.06	Kabelraum	250	PVC, PU-Schaum und Wasserl. o, n	100,8	Kabel	F 90 F 120	- F 90	F 90 F 120	T 90 Stahltür (MF n.Dl.3)	K 90 TR: K90	F 90 N: F 90 ¹¹⁾	- keine Rohrdurchführung	I I, O I, O	- - -	Zl, Al, RWA FSK RWA ⁴⁾ Zl, Al		Redundante Schaltanlage + Betriebssystem	-
09.34 09.35 09.36 09.37	Raum hinter d. Wartentafel Warte Raum hinter der Wartentafel	29,5 24 160 12,5	Holz Papier PVC Bodenbelag		Niederspannungskabel	F 90 >F 120	F 90 Stahlbeton mit abgeh. Unterd. (F 90)	- >F 90	T 90 T 90 (DIN 18 081)	K 90 TR: K90	F 90 B: F 90	- keine Auflistung vorhanden	- I, O	- abgest. m. BVK 12)	Zl, Al, RWA Zl, Al			-
51	Rechnerraum	139,5	Holz Papier PVC Bodenbelag		elektr. Anlagen	F 90 F 120	F 90 Stahlbeton mit abgeh. Unterd. (F 90)	F 90 Holzboden 13)	T 90 Stahltür Franzklappe	K 90 TR: K90	F 90 B: F 90	- keine Auflistung vorhanden	- I I, O	- abgest. m. BVK 14)	RWA Zl, Al Zl, Al			-

Im Abstand von jeweils 40 m sind Abschottungen eingebaut.

Manuelle und Schmelzlotauslösung.

Lichter Durchgang zwischen Kabeltrasse und Sprühwasser < 80 cm.

RWA = Abführung der Rauchgase durch Beton-Kanäle mit "Trox"-Klappen, ca. 25facher Luftwechsel

Abminderung der Stahlbetonstützen 40 x 60 cm.

Wandhydrant im Treppenhaus.

ohne Angabe. Im Explosionsfall sind keine besonderen Sollbruchstellen im Bauwerk vorhanden.

Die vorhandenen Durchführungen waren nicht verschlossen.

Ab 10 m Höhe Fenster.

Treppenbreite 120 cm bzw. 90 cm am Wandhydranten.

Zusätzliche Verlegung redundanzfremder Kabel in K 90-"Promat"-Kabelkanäle und Brattberg-Schotts (gefordert L 90).

Mobile Handfeuerlöscher mit 3 x 50 kg Halon und 6 x 6 kg Halon.

Anordnung von Ionisationsm.

Mobile Handfeuerlöscher mit 3 x 50 kg Halon und 4 x 6 kg Halon.

Vorhandene Rohrdurchführungen nach den Angaben der Bayerischen Bauordnung.

Blätter: 1 Blatt-Nr.: 1		Notstromdiesel-Gebäude K																
Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Rohr- durchf.	Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.		Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
OIC1	Ölbehälter mit Ölpumpe	68 m ² Brandunter- abschnitt	Öl und PVC g, n	1274	Beleuchtg. Meßkabel Motor-Öl- pumpe	F 90 F 120	F 90 F 90	F 90 Fundament	T 90 T 90 (DIN 18 081)	K 90 TR: K 90	- N 90 N: F 90	Keine Auflistung über Rohrdurchführungen vorhanden 5)	I I	- Sp ^{o)}	RWA Zl, Al	gut	redundante Notstromdiesel- Gebäude	-
K O102	Gebäudeent- wässerung	30	Kabel- PU- Schaum Schmelzöl o, n	8,64	Motor Kabel	F 90(BW) F 120	F 90 (F120) ¹⁾	F 90 Fundament	- -	- -	H90, No, B90 N: F 90 B: F 90		- I	- -	- Zl, Al	gut	redundantes Notstromdiesel- Gebäude	-
K O201	Notstrom- Aggregat	42	Öl und PVC g, n	5,184	überhitz- te Lei- tungen, Generator	F 90(BW) > F120	F 90 F 120	- (F120) ¹⁾	T 90 T 90 (DIN 18 081)	K 90 -	- N 90 -		I I+O	- W, Schaum	RWA Zl, Al ins Freie	gut	redundantes Notstromdiesel- Gebäude	-
K O201	Kälte- maschine	23	Schaum- stoff- isol. d. Kältema- schinen + Rohre o, n	2,592	Generator äußere Einflüsse	F 90 > F120	F 90 F 120	- (F120) ¹⁾	- -	- -	- -		I I+O	- W, Schaum	- -	gut	redundantes Notstromdiesel- Gebäude	-
K O201	Ausgleichs- behälter	6	Öl g, n	84	-	F 90 > F120	F 90 F 120	- F120 ¹⁾	- -	- -	- -		I I+O	- W	- -	gut	redundantes Notstromdiesel- Gebäude	-
K O201	Tagesöl- behälter	8,5	Öl g, n	126	Pumpen- Aggre- gate	F 90 > F120	F 90 F 120	F 90 F 90 ²⁾	- -	- -	- -		O, W3 O + W3 noch nicht instal- liert	- Schaum- löschka- none von unten bedient	- -	gut	redundantes Notstromdiesel- Gebäude	-
K O202	Schalt- raum	22,5 Brandunter- abschnitt	PVC o, n	2,16	Schalt- schränke	F 90 F120	F 90 F 90	F 90 F 120	T 90 T 30/2 (DIN 18 084)	- TR: K 90	- N 90 N: F 90 SK: F 90		- I	- W ⁴⁾	- Zl, Al Zl, Al	gut	-	-

O) Sprühflutauslösung vor Ort.

1) Treppenöffnung in der Decke auf ± 0 m.

2) zum Schaltraum.

3) Druckausgleichsklappe Gutachten BVK

4) Schaumwandhydrant vor dem Brandunterabschnitt.

5) Vorhandene Rohrdurchführungen nach den Angaben der Bayer. Bau-Ordnung.

Blätter: 1
 Blatt-Nr.: 1

Notspeise - Gebäude X

Raum-Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandunterabschn.	Brandgut		Zündquellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützende Sicherheits-einrichtung (Komponent.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabelabschott.	Rohr-durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
46	Kabel und Rohrkanal	14,5	PVC o, n	122,4	Kabel	F 90, BW > F 180 ¹⁾	F 90 > F 120 ¹⁾	F 90 Fundament	T 90 T 90-rauchd. T 902) (DIN 18 081) Franzenklappe	K 90 TR: K90	F 90 B: F 90 +Bio-Mört.	- -	- I, O I, O, D	- Sp Sp	- Zl, Al Zl, Al	bedingt vorhanden	Redundante Anlage + Reaktor-Steuerung EVA-ausgelegt	
45	Notspeise-diesel-Aggregat - Notspeise-pumpe	78	PVC Öl PU-Schumm PE-Kanäle o+g, n	15,156	Elektro- + Druck-systeme	F 90 > F 180 ¹⁾	F 90 > F 120	F 90 F 90	- Stahltür (MF n. Bl. 3)	- TR: K90	- B: F 90 +Bio-Mört.	- -	O I I, O	- W ³⁾	- Zl, Al (Umluft) ⁴⁾	vorh.	- " - - " -	
54	Batterie-raum	12,5 Brandunterabschnitt	PVC PE o, n	4,32	Elektr. Leitung.	F 90 > F 120	F 90 > F 120	F 90 > F 120	- T 90 (DIN 18 081)	- TR: K90	- SK: K 90	- -	- -	- - - ⁵⁾	- Zl, Al Zl, Al ⁴⁾	gut	- " - - " -	
55	Dieselloh-behälter	11	Öl PE-Kanal g, n	840	Maß-kabel	F 90 > F 120	F 90 > F 120	F 90 > F 120	T 30 T 90 (DIN 18 081)	- TR: K90	- -	F 90 F 90 ⁶⁾	- I I, O	- Sp ⁷⁾	- Zl, Al Zl, Al	nur über Steigleiter	- " - - " -	
25	Notsteuer-stelle	45,5	PVC o, n	3,3	Kabel	F 90 > F 120 ¹⁰⁾	F 90 > F 120	F 90 - 8)	T 30 Stahltür (MF n. Bl. 3)	K 30/90 TR: K 90	- N: F 90	- -	I I, O	- - - ⁹⁾	- Zl, Al ¹²⁾ (Umluft)	gut	- " - - " -	
26	Elektronik-schränke f. Reaktor-schutz	57	PVC o, n	11,7	Kabel	F 90, BW > F 120 ¹⁰⁾	F 90 > F 180	F 90 - 8)	T 30 Stahltür (MF n. Bl. 3)	K 30/90 TR: K 90	- N: F 90	- -	I I I, O	- - - ⁹⁾	- Zl, Al (Umluft)	gut	- " - - " -	
27	Schalt- u. Gleich-stromanlage	54	PVC o, n	9,0	Kabel	F 90, BW F 120 ¹⁰⁾	F 90 F 180	F 90 - 8)	T 30 Stahltür (MF n. Bl. 3)	K 30/90 TR: K90	- N: F 90	- -	I I I, O	- - - ⁹⁾	- Zl, Al ¹¹⁾ (Umluft)	gut	- " - - " -	

Die Angaben der Feuerwiderstandsklassen gehen von der Voraussetzung aus, daß die Betonüberdeckung $\geq 4,0$ cm beträgt.

Fluchttür in benachbarte Redundanten.

Wandhydrant außerhalb des Brandabschnitts.

Nach Konzept KMW Umluft im Brandfall abschaltbar.

Wandhydrant in Etene - 4,5 m. Raum durch entweichende Gase aus den Batterien explosionsgefährdet.

1) Ausbetonierte Stahlrohr-Durchführungen.

2) Sprinkleranlage zum Einbau vorgesehen.

3) Betonplatten auf Stahlkonstruktion mit dazwischen liegenden Kabeln und Rauchmeldern.

4) Mobile Geräte + Wandhydranten.

5) Die Wände reichen nur etwa 15 cm unter die Decke, der Rest ist mit Litaflax ausgetopft und mit Blech abgedeckt.

6) Klappe zum Druckausgleich.

7) Die Lüftungsleitungen sind in feuerbeständig ummantelten Aufhängungen gelagert.

8) Im gesamten Gebäude ist die Beleuchtung in explosionsgeschützter Ausführung ausgeführt.

Blätter: 1
Blatt-Nr.: 1

Kabel - Kanäle

Num Nr.	Nutzung	Fläche (m²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung						Branderkennung und -bekämpfung				zu schützende Sicherheits- einrichtung (Komponenten.)	nukleare Gesichtspkt. z.B. rad. Inv.	
			Art	Menge 10³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung			zugängl. Rettungsw.
M 31	Kabelkanal von Geb. K nach Geb. E	23,8	PVC + Silikon Kabel, PU- schaum	25,7	Kabel	F 90 >F120	- >F120	- Stahlbeton	T 90 T 90 (DIN 18 081)	-	F 90 B: F 90 ¹⁾ SK: F 90	- Bl. 5, B	I I I, O, D	Sp Sp ²⁾	RWA -	1. O. 3)	Energieversor- gung von Not- stromanlagen	-
M 37	Kabelkanal von Geb. E- EB Trafo H 1 / H 8	304,4	PVC + Silikon Kabel o, u	322,0	Kabel	F 90 >F120	- >F120	- Stahlbeton	T 90 T 90	-	- B: F 90 ⁴⁾	- Bl. 5, B	I I I, O, D	Sp Sp	RWA -	1. O. 3)	Energievers. Schaltanl.- Gebäude/Trafo	-

1) Zwischenschotte im Abstand von 40 m.

2) Auslösung von K01-32.

3) Markierung der Rettungswege verbessern.

4) Unterteilung des etwa 260 m langen Kabelkanals etwa alle 40 m durch
Zwischenschotte mit Brattbergdurchführung sowie Brattbergdurchführung
zum Maschinenhaus und Ausstiegsdome mit Objektschutz.

Blätter: 1
Blatt-Nr.: 1

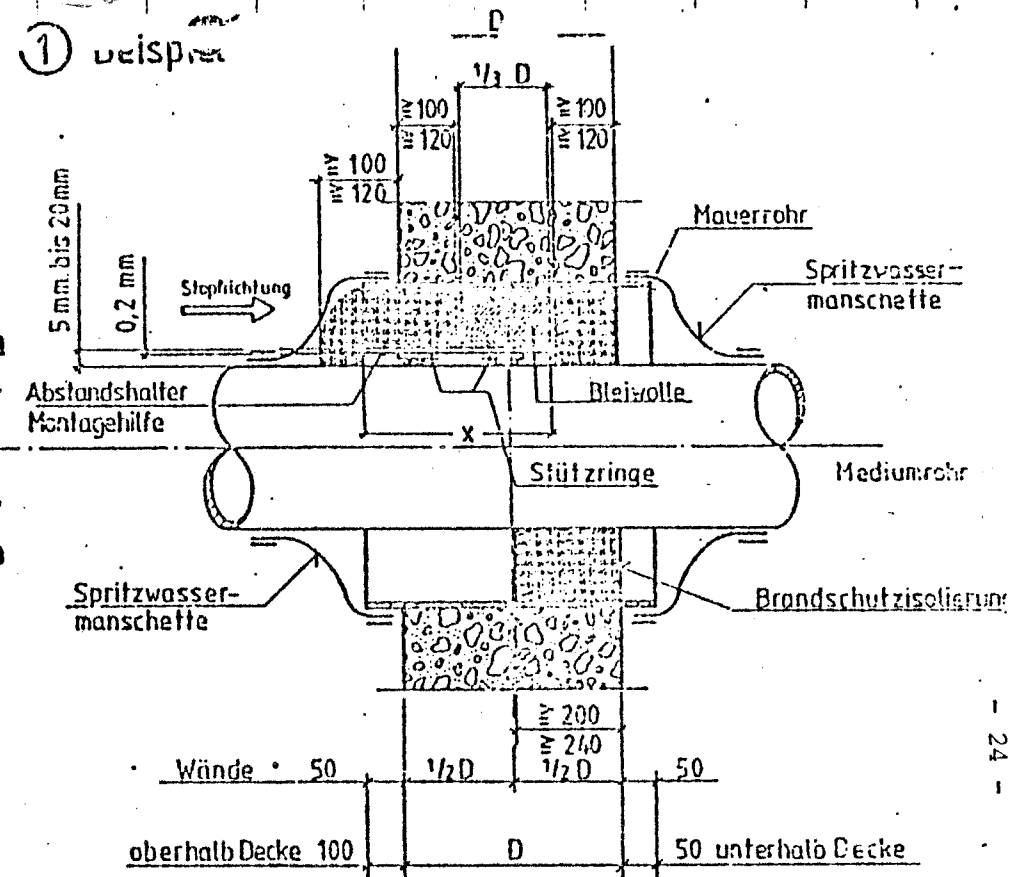
Nebenkühlwasser - Pumpenbauwerk M2/M3

Raum Nr.	Nutzung	Fläche (m ²) Brandun- terabschn.	Brandgut		Zünd- quellen	Bauteile - Prüfbedingung							Branderkennung und -bekämpfung				zu schützend. Sicherheits- einrichtung (Komponent.)	Bemerkungen
			Art	Menge 10 ³ MJ		Wände	Decken	Fußboden	Türen	Klappen	Kabel- abschott.	Rohr- durchf.	Melder	Löschanl.	RWA-Lüftung	zugängl. Rettungsw.		
HO 0721	Treppenhaus	15	-	-	-	F 90 >F 120	- >F120	- >F 120	- T 30 (DIN 18 082)	- -	- -	- Eine Aufli- stung über Rohr- durch- führung. ist nicht verhan- den	D D	- -	RWA -	- schlecht	Feuerlösch- und Notspeise- pumpe	-
HO 0223	Personen- und Kabelgang	40	PVC	43,2	Kabel	F 90 >F 120	F 90 >F120	- >F 120	- T 30 (DIN 18 082)	- -	- -	- -	D D	- -	- -	- schlecht	- - -	-
HO 0121	Pumpenraum	91,2	PVC	E-Motoren Kabelisc- lierungen	Kabel Pumpen- lager	F 90 >F 120	F 90 >F120 ¹⁾	- Fundament	- T 30 (DIN 18 082)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- schlecht	- - -	1) Die FW-Klasse wird nur erreicht, wenn die Montageöffnung fachge- recht abgedeckt ist.

A N H A N G

Für die Ausführung und Schließen von Rohrdurchführungen durch Decken und Wände sind nachfolgende Richtlinien zu berücksichtigen.

① Beispiel



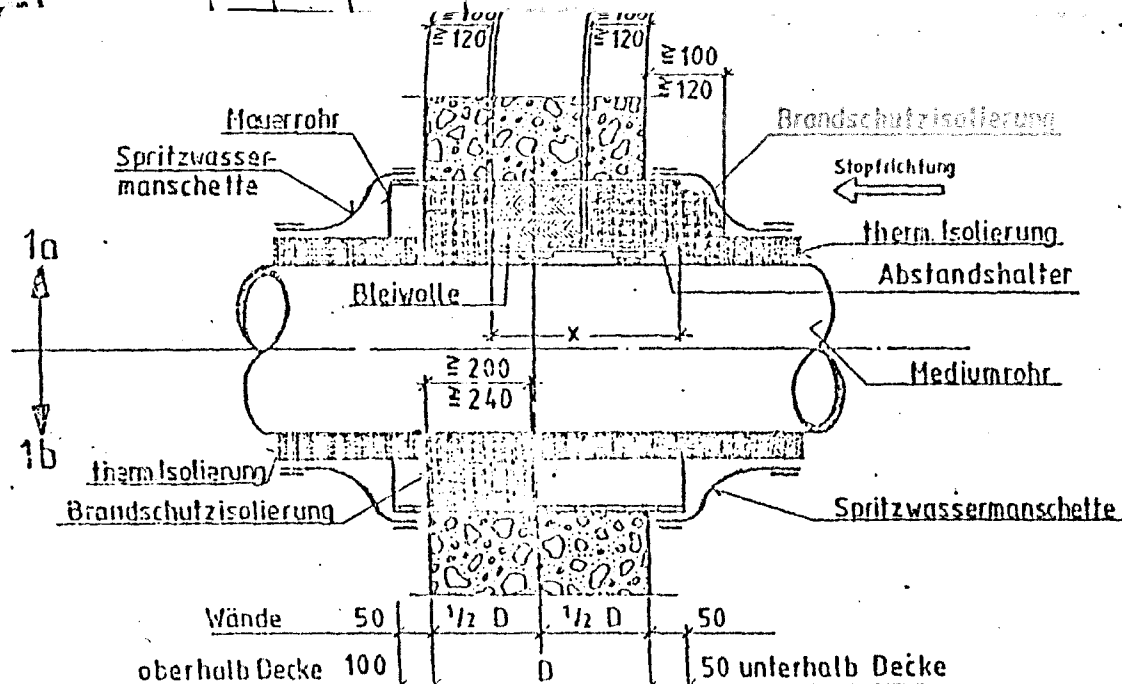
Schließen von Wand- und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.07

- A: Alle Wand- und Deckenöffnungen werden bauwerkweise nach Gebäudeebenen durchnummeriert.
- B: Die Summe aller Mauerrohre inklusive Reserve, werden von V4 gemeinsam mit den auftragnehmenden Rohrleitungsfirmen in den Ausbaubersichtsplänen festgelegt.
- C: Die Dimensionierung der Mauerrohre erfolgt von den Rohrleitungsfirmen unter Berücksichtigung:
 - a) Mindestspalt = 20 mm; b) Isolierdicke; c) Bewegung der Rohrleitung in der Durchführung.
- D: Erforderliche radiologische Abschirmmaßnahmen werden anhand der Ausbaubersichtspläne und Ausbaublätter von R315 in Abstimmung mit V4 festgelegt.
- E: Die Detaillausführung unterschiedlicher Durchführungen ist den Blättern 2.07 Blatt 2/3/4/5/6 Beispiel ① bis ① zu entnehmen, ferner sind die Blätter 2.07 Blatt I und II zu beachten.
- F: Erforderlicher Schutz gegen Spritzwasser wird bei jeder Rohrdurchführung beidseitig berücksichtigt.
- G: Die KKW-Änderungsabteilung regelt die Tätigkeiten: Auslegung; Massenermittlung; Lieferung; Montage und Überwachung.

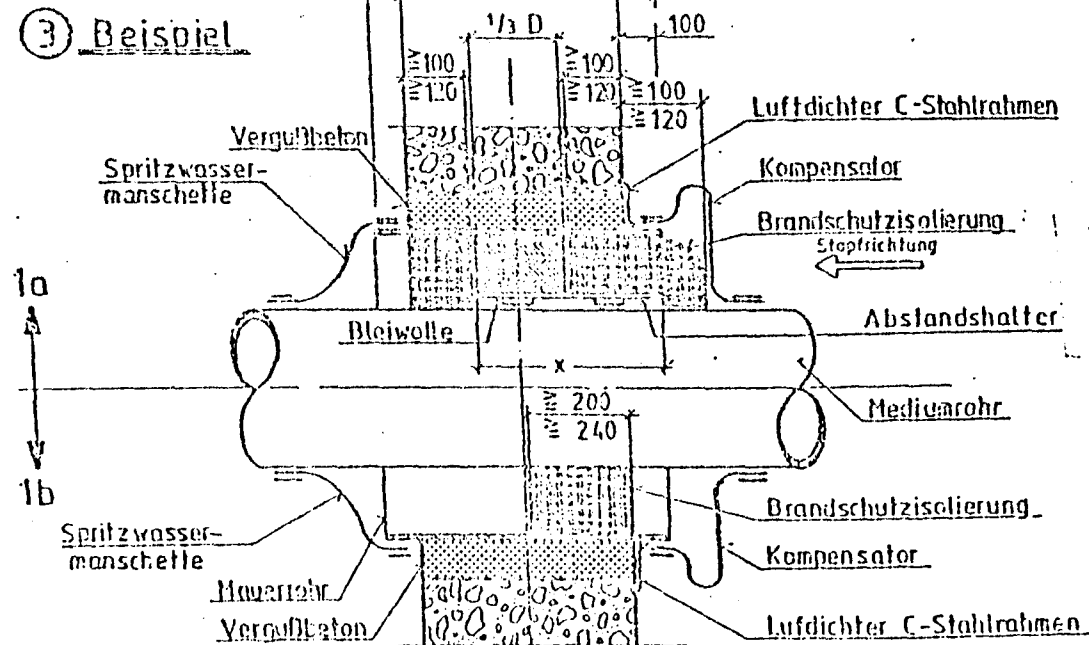
Zu schließende Wand- und Deckendurchführungen in der Grundaussführung.

- 1.0 Spritzwasserdicht: Die Spritzwasser-Abdichtung erfolgt mittels Gummimanschette und verbindet das Mediumrohr mit dem Mauerrohr beidseitig. Die Gummimanschette wird mit einer nichtrostenden Bandstahlschelle befestigt.
- 2.0 Radiologische Abschirmung:
 - 2.1 Bleiwolle $\geq 1/3$ der Wand- bzw. Deckendicke „D“.
 - 2.2 Rohrleitungen $\geq DN 60$ werden bei Radialbewegung ≥ 5 mm mit Abstandshalter (genoppte Bandstahl- und Manschette, Werkstoff Nr. 1.4541) versehen. Der Abstandshalter ist eine Montagehilfe.
 - 2.3 Rohrleitungen $\geq DN 50$ werden ohne Einsatz des Abstandshalters mit Bleiwolle gestopft. Zum Beispiel: Vakuumdruckleitungen, -Entlüftungs- und Entleerungsleitungen und Rohrleitungen mit Radialbewegung < 5 mm.
 - 2.4 Rohrleitungen mit thermischer Isolierung $t \leq 130^\circ C$, deren Radialbewegung ≥ 5 mm ist, werden ohne thermischer Isolierung über Abstandshalter mit Bleiwolle gestopft. Bei $t > 130^\circ C$ gilt Sonderausführung.
- 3.0 Brandschutzmaßnahmen:
 - 3.1 nicht qualifizierter Brandschutz, Kombiniert mit Bleiabschirmung, die Durchführung ist beidseitig mit nichtbrennbarem Material je ≥ 100 mm tief zu verschließen.
 - 3.2 qualifizierter Brandschutz (F30-F90), Kombiniert mit Bleiabschirmung, die Durchführung ist beidseitig ≥ 120 mm tief mit Asbestschaumplatten Alu-Koschierl DIN 4102-A zu verschließen.
 - 3.3 nicht qualifizierter Brandschutz, die Durchführung ist einseitig ≥ 200 mm tief mit nicht brennbarem Material zu verschließen.
 - 3.4 qualifizierter Brandschutz, (F30-F90), die Durchführung ist einseitig ≥ 240 mm tief mit Asbestschaumplatten Alu-Koschierl DIN 4102-A zu verschließen.

ALGEMEINE RICHTLINIEN ZUM SCHLIESSEN VON WAND-UND DECKENDURCHFÜHRUNGEN		Pos.: 2.07
Zeichnungsnummer: 673000-V422 F-33-0070 c		Blätter: 1



③ Beispiel



- 2.0 Radiologische Abschirmung, Bleiwolle $\frac{1}{3}$ Bleidicke wie 2.07 Blatt 1,
Pos.: 2.2/2.3/2.4 und Blatt 2.07.I
- 3.0 Brandschutzmaßnahme wie 2.07 Blatt 1 Pos 3 1/3 2/33/3.4 und Blatt 2.07.I

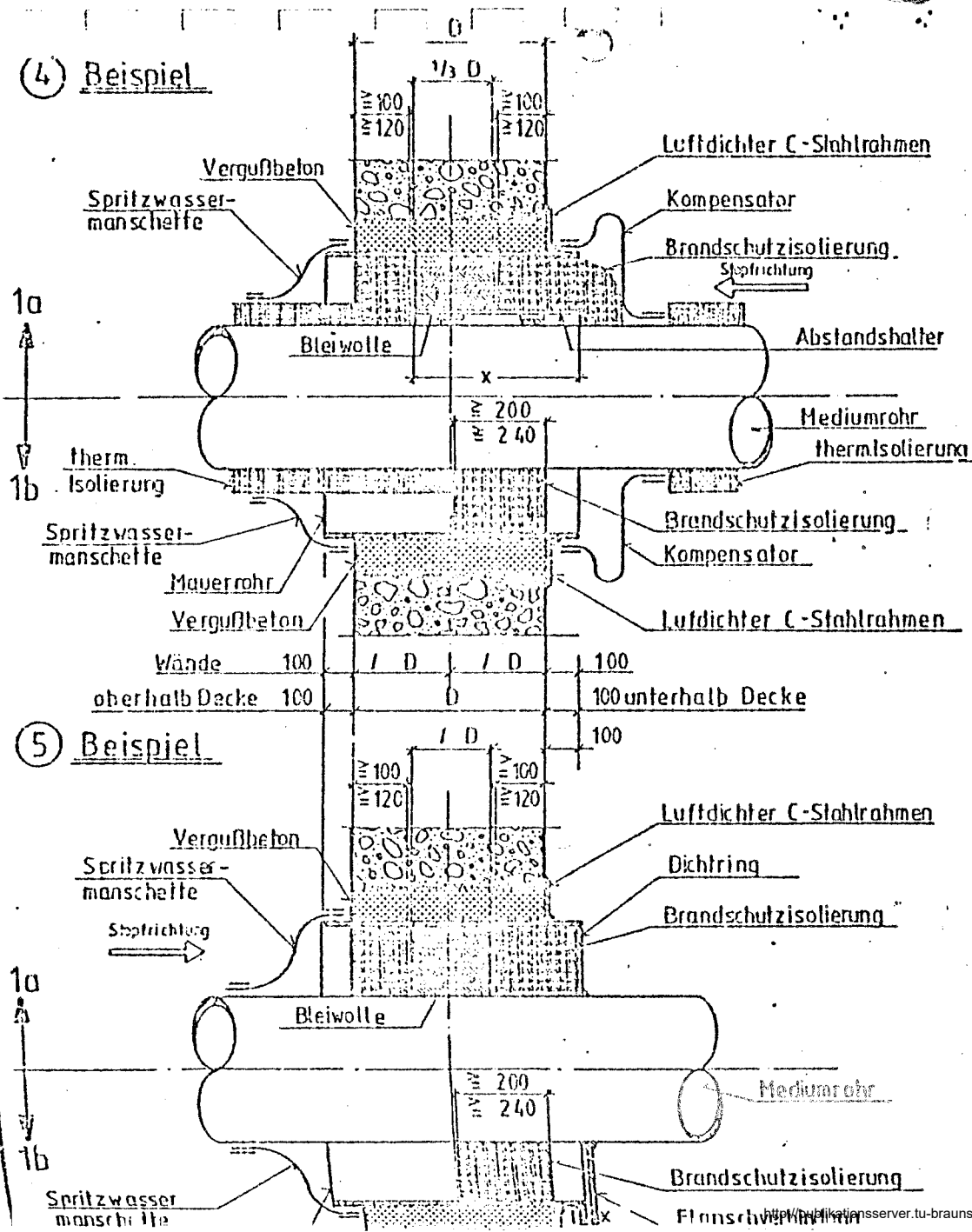
③ Wand und Deckendurchführung Luftdicht bzw. wasserdicht mit Gewebe-Kompensator

- 1.0 Lufdicht, schiebend, ohne therm. Isolierung
- 1.1 Abdichtung: einerseits Gewebe-Kompensator aus Asbest-Silikon-Kautschuk
: andererseits Gummimanschette.
- 2.0 Radiologische Abschirmung, Bleiwolle $\frac{2}{3}$ Befondicke wie 2.07 Blatt 1,
Pos. 2.2/2.3/2.4 und Blatt 2.07.I
- 3.0 Brandchutzmaßnahme
- 3.1 einerseits Gewebe-Kompensator nach DIN 4102-A aus Asbest-Silikon
Kautschuk .Lufdicht bzw. wasserdicht.
- 3.2 wie 2.07 Blatt.1, Pos. 3.1/3.2/3.3/3.4 und Blatt. 2.07.II

Schließen von Wand und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.07

Material nr.		129
Benennung	WAND UND DECKENDURCHFÜHRUNG LUFTDICHT BZW. WASSERDICH THERMISCHE ISOLIERUNG	Pos. : 2.07
Zeichnungsnummer	673000-V422F-33-0070	Blätter Seite 2
Gezeichnet	673000-V422F-33-0070	Sign. 2.12.74

⑤ Beispiel



⑤ Wand- und Deckendurchführung mit angeschweißtem Dichtring bzw. Flanschverbindung.

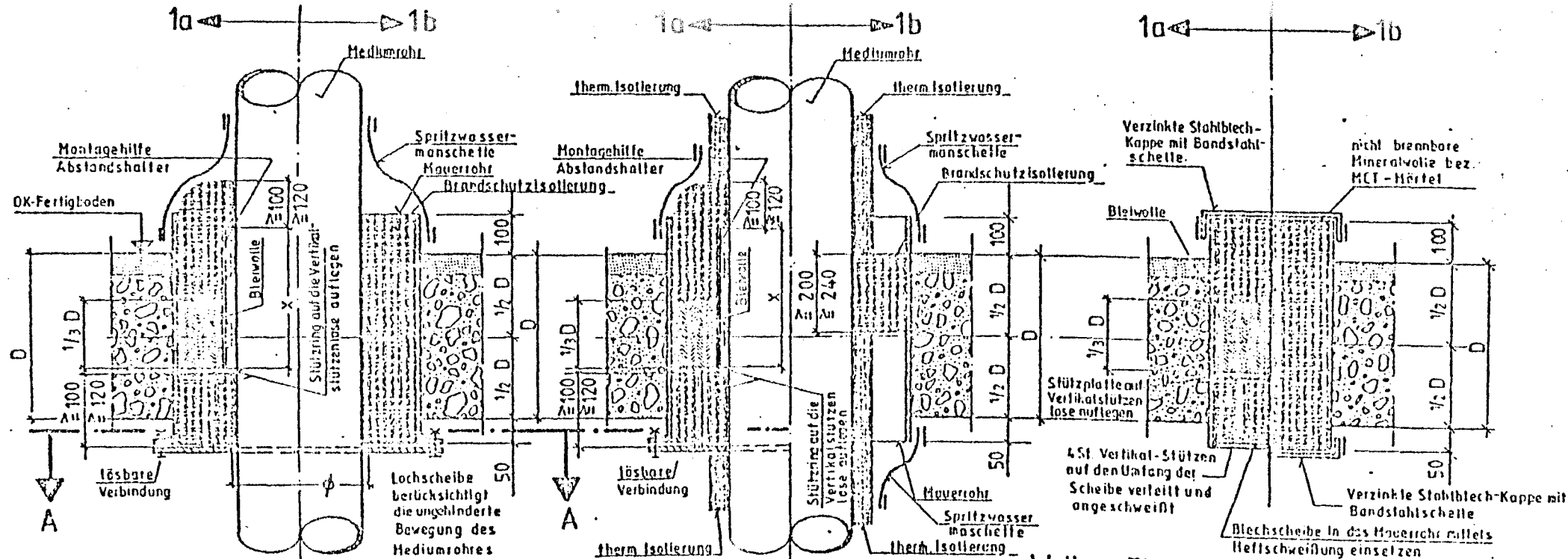
- 1.0 Luftdicht, schiebend, $t = \pm 130^\circ\text{C}$
 - 1.1 Abdichtung: einerseits Gewebe-Kompensator aus Asbest-Silikon-Kautschuk
anderseits Gummimanschette
 - 2.0 Radiologische Abschirmung; Bleiwolle $\Delta 1/3$ Betondicke wie 207 Blatt:1
Pos. 2.2/2.3/2.4 und Blatt: 2.07. I
 - 3.0 Brandschutzmaßnahme
 - 3.1 einerseits Gewebe-Kompensator nach DIN 4102-A aus Asbest-Silikon-Kautschuk, luftdicht bez. wasserdicht.
 - 3.2 wie 207 Blatt:1 Pos. 3.1/3.2/3.3/3.4 und Blatt 2.07.II
- ⑤ Wand- und Deckendurchführung mit angeschweißtem Dichttring bzw. Flanschverbindung.
- 1.0 Luftdicht, fest
 - 1.1 Abdichtung: einerseits geschweißt; Sonder'all Flansch, anderseits Gummimanschette
 - 2.0 Radiologische Abschirmung; Bleiwolle $\Delta 1/3$ Betondicke wie 207 Blatt:1,
und Blatt: 2.07.II ohne Montagehilfe (Abstandshalter) da Rohrleitung
als Festpunkt zu betrachten ist.
 - 3.0 Brandschutzmaßnahme
 - 3.1 wie 2.07 Blatt:1 Pos. 3.1/3.2/3.3/3.4 und Blatt: 2.07.II

Schließen von Wand- und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.07

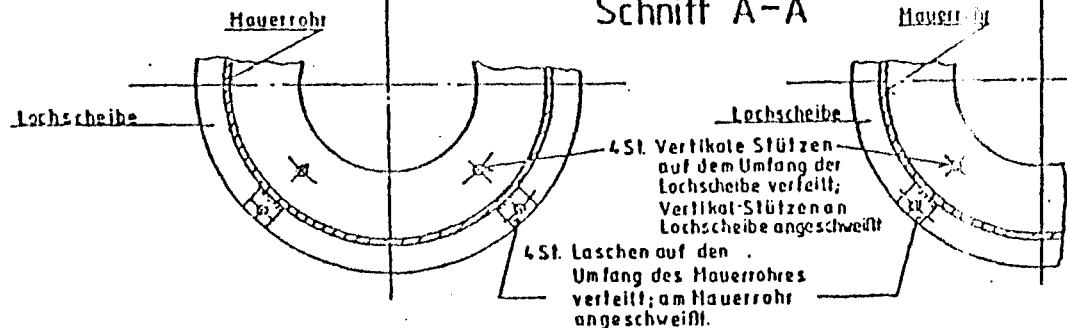
Material Stahl		UAS
Bezeichnung: Flur		Pos.: 2.07
WAND-UND DECKENDURCHFÜHRUNG LUTDICHT BZW. WASSERDICHT, MIT DICKER ISOLIERUNG ANGESCHWEISSTER DICHTRING BZW. FLANSCHVERBINDUNG		
Zeichnungs-Nr.: 1111-1111		
673000-V422F-33-0070 c		Stichtag Blatt: 3

ohne therm. Isolierung

mit therm. Isolierung $t = 130^\circ\text{C}$



Schnitt A-A



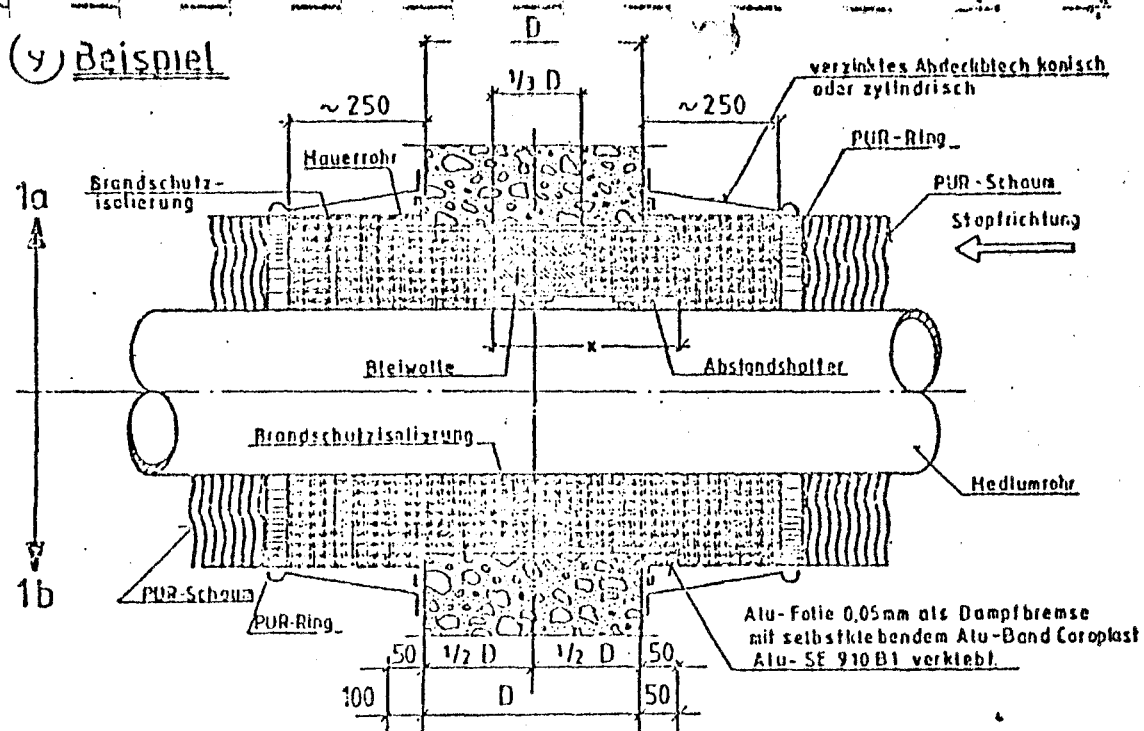
Weitere Einzelheiten siehe 2.07 Blatt 1, 2, 3 und Blatt 2.07.1 / 2.07.11

Schließen von Wand- und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.07

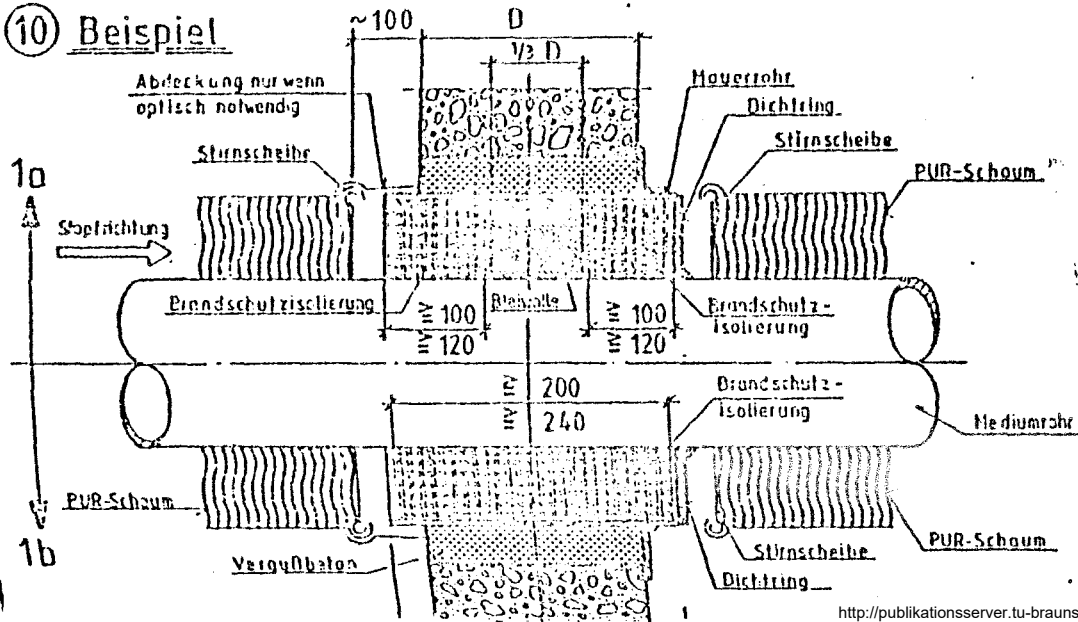
Arbeitszeichnung		Pos.: 2.07
Blatt: DECKENDURCHFÜHRUNGSARTEN		
Zeichnungsnummer: 673000-V422F-33-0070 c		Blätter: 4
Blatt: 673000-V422F-33-0070 Blatt 4 Index..d		

c	4.3	Messner	Neues Original
Index	Datum	Name	Gepr. / checked
	10.10.10		

⑨ Beispiel



⑩ Beispiel



⑨ Wand- und Deckendurchführung für Kaltwassersysteme mit Schwitzwasserisolation PUR-Schaum.

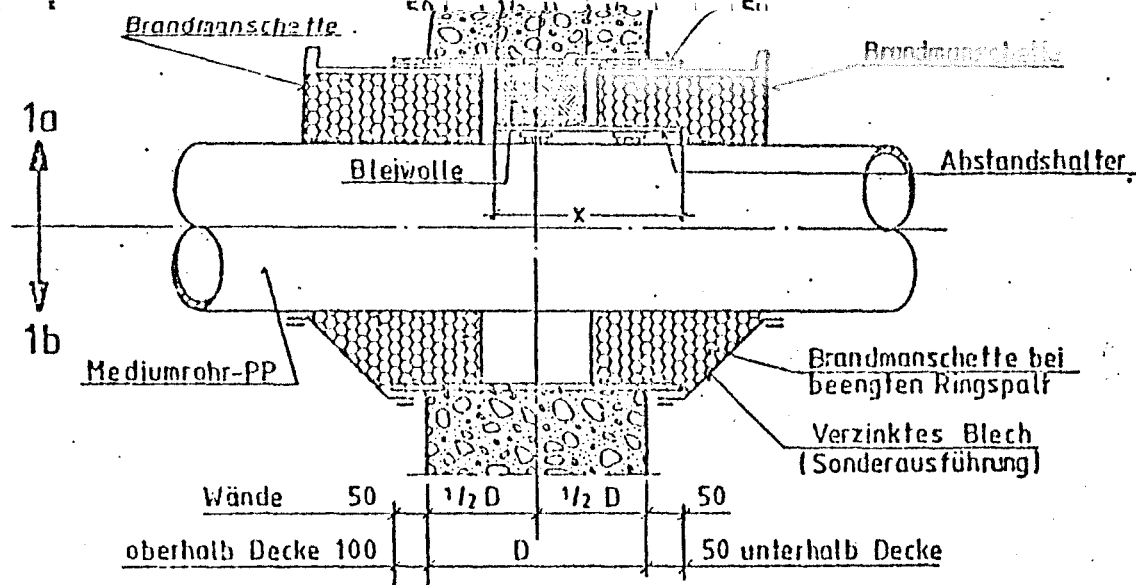
- 1.0 Spritzwasserdicht, schiebend, Abdichtung: beiderseits Abdeckblech verzinkte Ausführung.
- 2.0 Radiologische Abschirmung: Bleiwolle $\approx 1/3$ Betondicke wie 2.07 Blatt:1 Pos. 2.2/2.3/2.4 und Blatt: 2.07.I
- 3.0 Brandschutzmaßnahmen: sonst wie 2.07 Blatt 1 Pos. 3.1/3.2/3.3/3.4 und Blatt: 2.07.II

⑩ Wand- und Deckendurchführung für Kaltwassersysteme mit Schwitzwasserisolation PUR-Schaum in luftdichten bzw. wasserdichten Durchführungen.

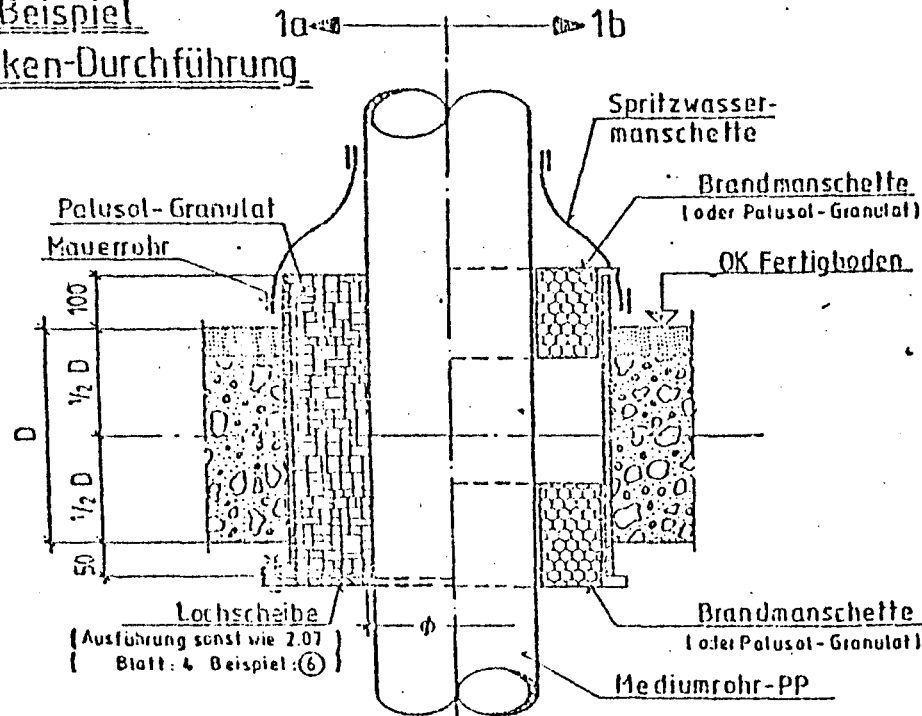
- 1.0 Luftdicht, fest
- 1.1 Abdichtung: einerseits Dichtring geschweißt andererseits Blechabdeckung.
- 2.0 Radiologische Abschirmung: Bleiwolle $\approx 1/3$ Betondicke wie 2.07 Blatt:1 und 2.07.I ohne Montagehilfe (Abstandshalter)
- 3.0 Brandschutzmaßnahmen: sonst wie 2.07 Blatt:1 Pos. 3.1/3.2/3.3/3.4 und Blatt: 2.07.II

Schließen von Wand- und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.07

Maßstab: 1:100	UAS
Benennung: WAND-UND DECKENDURCHFÜHRUNG MIT SCHWITZWASSERISOLIERUNG	Pos.: 2.07
Zeichnungs-Nummer: 673000-V422F-33-0070 c	Bild: Blatt 5



11 Beispiel Decken-Durchführung

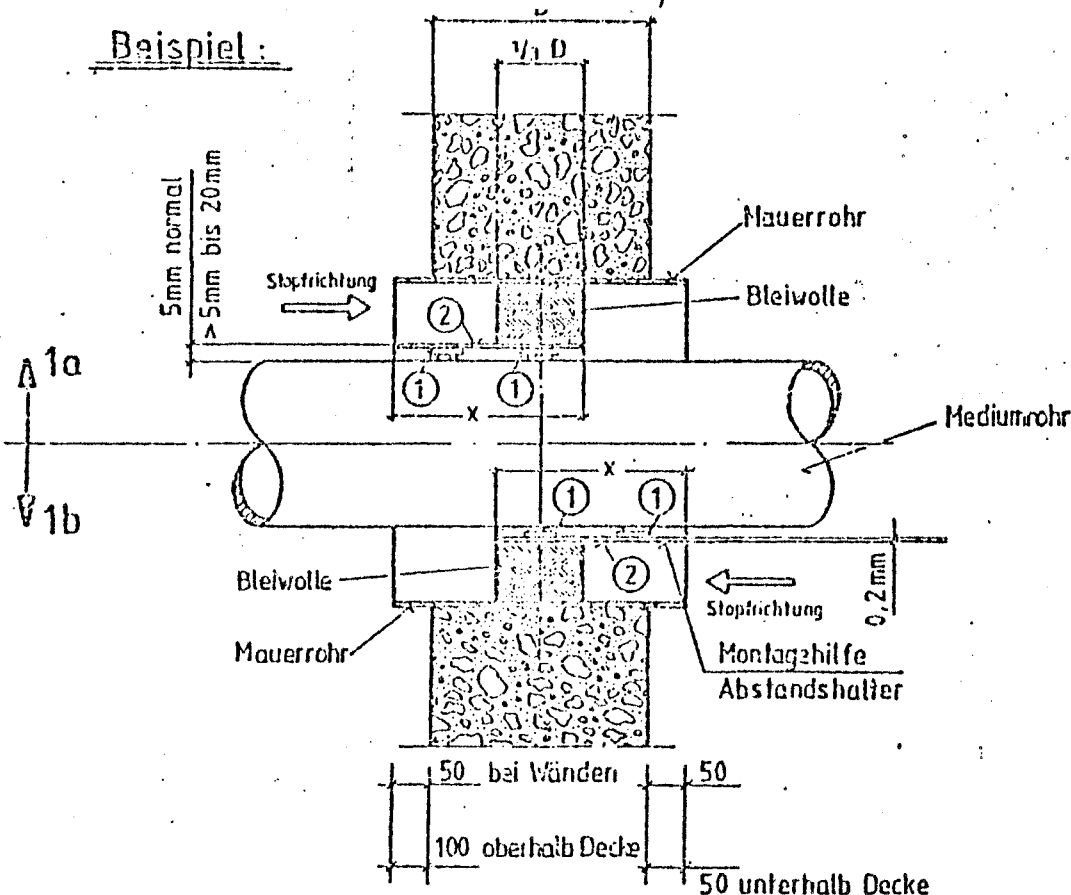


- 1.0 Spritzwasserdicht; schiebend Abdichtung: Gummi-manschette bzw verzinkte Blechmanschette.
- 2.0 Radiologische Abschirmung: Bleiwolle $\geq \frac{1}{3}$ Betondicke; wie 2.07 Blatt: 1 Pos. 2.2/2.3/2.4
- 3.0 Brandschutzmaßnahme
- 3.1 Bei radialer Ringspaltbreite (Spalt zwischen Medium- und Mauerrohr) von ≥ 15 mm, kann die normale Brandmanschette eingesetzt werden.
- 3.2 Bei exzentrischem Ringspalt < 15 mm, ist die Brandmanschette in Sonderausführung einzusetzen.
- 3.3 Bei vertikaler Durchführung kann der Ringspalt mit Palusol-Granulat gefüllt bzw. Brandmanschette eingesetzt werden

Schließen von Wand- und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.07

Merkmal Stanz		UAS
Benennung bzw.	WAND-UND DECKENDURCHFÜHRUNGEN VON KUNSTOFF-ROHRLEITUNGEN (PP)	
	Pos.: 2.07	
Zeichnungsnummer	673000-V422F-33-0070 c	
Blatt Blatt 1	Blatt Blatt 1	
Index, b		

Beispiel :



Diese Arbeitsrichtlinie berücksichtigt die spannungsfreie Bewegung der Rohrleitung in einer bleigestopften Decken- bzw. Wanddurchführung

Anwendung

- Rohrleitungen \leq DN 50 werden ohne Einsatz des Abstandshalters mit Bleiwolle gestopft.
zum Beispiel : Wirkdruck-, Entleerungs- und Entlüftungsleitungen
Rohrleitungen mit geringer Wärmedehnung
- Rohrleitungen \geq DN 80 werden, entsprechend der System- und Sicherheitsqualifikation und der Bewegung in der Durchführung, mit Einsatz des Abstandshalters (Montagehilfe) - bestehend aus Position ① und ② - mit Bleiwolle gestopft.
- Die Bleistopfung erfolgt in Wand- und Deckendurchführungen mit unterschiedlicher Ortsdosisteistung, bis 2,00m über Boden

Schließen von Wand- und Deckendurchführungen für Rohrleitungen 2.071

Montagehilfe

Abstandshalter bestehend aus:

① genoppte Bandschabmanchette (Stützring)

Werkstoff : 1.4541
Blechtecke : 0,2 mm
Noppung : 5mm normal
" : > 5mm bis 20mm machbar
" : > 20mm Sonderausführung

② Rohrhülse

Werkstoff : 1.4541
Blechtecke : 0,2 mm
Länge : Maß „x“ ist örtlich zuzubestimmen.

genoppter Bandstahl

Maßstab 1:1	Benennung BEMERKUNG ZUR RADIOLOGISCHEN ABSCHIRMUNG VON ROHRLEITUNGS- DURCHFÜHRUNGEN IN DECKEN UND WÄNDEN	Pcs.: 2.07.1
Zeichnungsnummer 673000-V422F-33-0070		Blatt 1

